



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΛΙΚΩΝ**

υπό

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗ Ε. ΤΥΡΟΘΟΥΛΑΚΗ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού Βιομηχανίας

2005

© 2005 Αριστείδης Τυροθουλάκης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 3459/1
Ημερ. Εισ.: 13-10-2005
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜΒ
2005
ΤΥΡ

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Γρηγόριος Χαϊδεμενόπουλος
(Επιβλέπων) Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Νικόλαος Χασιώτης
Διδάσκων Π.Δ. 407/80, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Αντώνιος Κατσαμάς
Διδάσκων Π.Δ. 407/80, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Γρηγόριο Χαϊδεμενόπουλο, για τη συνεργασία που είχα μαζί του όλα αυτά τα χρόνια ως μέλος του Εργαστηρίου Υλικών και τη δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική εργασία. Είναι πραγματικά ένας εξαιρετος επιστήμονας και ένα πρότυπο ανθρώπου, του οποίου η συμβολή στην απόφαση μου να ακολουθήσω τον τομέα των Υλικών ήταν καθοριστική.

Επίσης, είμαι ευγνώμον στον κ. Νικόλαο Χασιώτη, ο οποίος με καλοσώρισε στο εργαστήριο και είναι υπεύθυνος για μεγάλο μέρος των γνώσεων που απέκτησα στον τομέα των Υλικών αυτά τα χρόνια.

Ευχαριστώ τον κ. Αντώνιο Κατσαμά για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις του.

Οφείλω ξεχωριστές ευχαριστίες στην κα. Άννα Ζερβάκη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Χωρίς τη συμβολή της θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί η παρούσα διπλωματική εργασία.

Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές με τους οποίους είχα την τιμή να συνεργαστώ αυτά τα πέντε χρόνια, και από τους οποίους αποκόμισα πάρα πολλά.

Ευχαριστώ τους φίλους(ες) μου Βασίλη Κ., Γιώργο Μ., Γιώργο Μπ., Δημήτρη Σ., Ευγενία Κ., Θωμά Ν., Κώστα Κ., Σπύρο Τζ., Χάρη Δ., Κώστα Σ., Βασίλη Γ. και Ιωάννα Ν. για τις καταπληκτικές στιγμές που έχουμε περάσει, για την υποστήριξη και κατανόηση τους, για τις εμπειρίες ζωής που δημιουργήσαμε μαζί. Όλοι τους έχουν συμβάλλει αποφασιστικά στη ζωή μου και είναι πλέον αναπόσπαστα κομμάτια αυτής.

Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμον στους γονείς μου, Εμμανουήλ και Μαρία Τυροθουλάκη, και στην αδερφή μου, Αικατερίνη Τυροθουλάκη, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη σε αυτούς.

Τυροθουλάκης Αριστείδης

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ Ε. ΤΥΡΟΘΟΥΛΑΚΗΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, 2005

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Γρηγόριος Χαϊδεμενόπουλος

Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η αύξηση της χρήσης συστημάτων για την ποιότητα έχει εν γένει μεγαλώσει την ανάγκη να εξασφαλίζεται ότι εργαστήρια, που αποτελούν μέρος μεγαλύτερων οργανισμών ή προσφέρουν άλλες υπηρεσίες, μπορούν να εφαρμόζουν ένα σύστημα για την ποιότητα το οποίο να συμμορφώνεται με το ISO 17025. Το συγκεκριμένο πρότυπο περιέχει όλες τις απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν τα εργαστήρια δοκιμών και διακριβώσεων, εφόσον επιθυμούν να αποδείξουν ότι εφαρμόζουν ένα σύστημα για την ποιότητα, ότι είναι τεχνικά ικανά και ότι έχουν τη δυνατότητα να παράγουν τεχνικά έγκυρα αποτελέσματα.

Συνεπώς η ανάπτυξη ενός εγχειριδίου για την ποιότητα, το οποίο είναι ένα βασικό μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος ποιότητας, για το εργαστήριο Υλικών κρίνεται αναγκαία και αποτελεί το αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η έρευνα μας επικεντρώνεται σε κάποιες από τις βασικές εργασίες που διεξάγονται στο Εργαστήριο Υλικών, στην καταγραφή των διαδικασιών που ακολουθούνται και τη δημιουργία του πλαισίου για τη συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι στο Εργαστήριο Υλικών δημιουργήθηκαν οι βάσεις για την εφαρμογή ενός συστήματος για την ποιότητα που θα δίνει όλες τις εσωτερικές λειτουργίες του, καθώς και τη συνεργασία του με άλλους φορείς.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Κίνητρο και Υπόβαθρο.....	1
1.2	Γενικές πληροφορίες.....	<u>2</u>
1.2.1	Απαιτήσεις για τη συμμόρφωση με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000.....	<u>2</u>
1.2.2	Επίπεδα εφαρμογής του συστήματος ποιότητας	<u>3</u>
1.2.3	Πολιτική ποιότητας	<u>4</u>
1.2.4	Κεντρικοί τομείς του Συστήματος Ποιότητας.....	<u>5</u>
1.3	Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας	<u>9</u>
Κεφάλαιο 2	Έλεγχος μικροδομής με οπτικό μικροσκόπιο	<u>11</u>
2.1	Σκοπός.....	11
2.2	Πεδίο εφαρμογής.....	11
2.3	Σχετικά έγγραφα	12
2.4	Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά – Έντυπα	13
2.5	Υπευθυνότητες	<u>15</u>
2.6	Διαδικασία	15
2.7	Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου	16
Κεφάλαιο 3	Σκληρομέτρηση	<u>18</u>
3.1	Σκοπός.....	18
3.2	Πεδίο εφαρμογής.....	18
3.3	Σχετικά έγγραφα	19
3.4	Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά – Έντυπα	20
3.5	Υπευθυνότητες	20
3.6	Διαδικασία	21
3.7	Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου	21
Κεφάλαιο 4	Μικροσκληρομέτρηση	22
4.1	Σκοπός.....	22

4.2	Πεδίο εφαρμογής.....	22
4.3	Σχετικά έγγραφα	22
4.4	Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά – ‘Έντυπα	23
4.5	Υπευθυνότητες	24
4.6	Διαδικασία	24
4.7	Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου	25
Κεφάλαιο 5 Έλεγχος μικροδομής με μικροσκόπιο ατομικής δύναμης.....		26
5.1	Σκοπός.....	26
5.2	Πεδίο εφαρμογής.....	26
5.3	Σχετικά έγγραφα	27
5.4	Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά – ‘Έντυπα	27
5.5	Υπευθυνότητες	28
5.6	Διαδικασία	28
5.7	Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου	29
Κεφάλαιο 6 Έλεγχος μικροδομής με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.....		32
6.1	Σκοπός.....	32
6.2	Πεδίο εφαρμογής.....	32
6.3	Σχετικά έγγραφα	33
6.4	Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά – ‘Έντυπα	33
6.5	Υπευθυνότητες	34
6.6	Διαδικασία	35
6.7	Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου	36
Κεφάλαιο 7 Συντήρηση εξοπλισμού		37
MI-001	Οδηγία Συντήρησης (Κοπτικό μηχάνημα Unitom-2).....	38
MI-002	Οδηγία Συντήρησης (Μικροτόμος Accutom-5).....	39
MI-003	Οδηγία Συντήρησης (Πρέσα εγκιβωτισμού Prestopress-3).....	40

MI-004	Οδηγία Συντήρησης (Μηχανή λείανσης Struers Knuth-Rotor 3)	41
MI-005	Οδηγία Συντήρησης (Μηχανή στίλβωσης Struers Dap-V)	42
MI-006	Οδηγία Συντήρησης (Μηχανή αυτόματης στίλβωσης)	43
MI-007	Οδηγία Συντήρησης (Οπτικό μικροσκόπιο Leitz Aristomet)	44
MI-008	Οδηγία Συντήρησης (Οπτικό μικροσκόπιο Leica DMLM).....	45
MI-009	Οδηγία Συντήρησης (Μικροσκληρόμετρο HMV-2000, Shimadzu)	46
MI-010	Οδηγία Συντήρησης (Σκληρόμετρο Frank).....	47
Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα.....		48
Κεφάλαιο 9 Βιβλιογραφία		49
Παράρτημα Ι		50
Παράρτημα ΙΙ.....		73

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζουμε πληροφορίες εισαγωγικού χαρακτήρα που δίνουν το κίνητρο και το υπόβαθρο αυτής της διπλωματικής εργασίας και περιγράφουμε συνοπτικά τις βασικές ενότητες της διπλωματικής εργασίας.

1.1: Κίνητρο και υπόβαθρο

Η αύξηση της χρήσης συστημάτων για την ποιότητα έχει εν γένει μεγαλώσει την ανάγκη να εξασφαλίζεται ότι εργαστήρια, που αποτελούν μέρος μεγαλύτερων οργανισμών ή προσφέρουν άλλες υπηρεσίες, μπορούν να εφαρμόζουν ένα σύστημα για την ποιότητα το οποίο να συμμορφώνεται με το ISO 9001 ή το ISO 9002. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία του προτύπου ISO 17025 το οποίο περιέχει όλες τις απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν τα εργαστήρια δοκιμών και διακριβώσεων, εφόσον επιθυμούν να αποδείξουν ότι εφαρμόζουν ένα σύστημα για την ποιότητα, ότι είναι τεχνικά ικανά και ότι έχουν τη δυνατότητα να παράγουν τεχνικά έγκυρα αποτελέσματα.

Το Σύστημα Ποιότητας ενός εργαστηρίου αποβλέπει τόσο στην παροχή ορθών αποτελεσμάτων στους χρήστες των υπηρεσιών του όσο και στην διευκόλυνση του προσωπικού να εκτελέσει σωστά και μεθοδευμένα τα καθήκοντά του.

Με δεδομένα ότι:

- Το σχετικό πρότυπο (ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000) διατυπώνει απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιηθούν και δεν αποδεικνύει με κανένα τρόπο τη δομή του συστήματος ποιότητας,
- η σειρά των παραγράφων του προτύπου δεν έχει σχέση με χρονική διαδοχή ή με οποιαδήποτε άλλη λογική αλληλουχία των λειτουργιών που εκτελούνται σε ένα εργαστήριο,

συνάγεται ότι το Σύστημα Ποιότητας ενός εργαστηρίου πρέπει να δομηθεί ώστε να προσεγγίζει τις λειτουργίες ενός εργαστηρίου από την «ουσιαστική» τους πλευρά, ενώ η σύνδεση με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000 πρέπει να γίνεται μέσα από το Εγχειρίδιο Ποιότητας , το οποίο είναι και το αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας, και καλύπτει την «τυπική» πλευρά και παρέχει την αντικειμενική απόδειξη ότι το σύστημα ποιότητας ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις του προτύπου.

Με απλά λόγια, κατά το σχεδιασμό του Συστήματος Ποιότητας των εργαστηρίων πρέπει να προσαρμοσθεί το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000 στα «μέτρα» των εργαστηρίων και όχι το αντίστροφο.

1.2: Γενικές πληροφορίες

Ένα σύστημα ποιότητας είναι στην πραγματικότητα ένα σύστημα οργάνωσης ή ένας κανονισμός λειτουργίας , με τη βοήθεια του οποίου το εργαστήριο που το χρησιμοποιεί:

- Δημιουργεί, κατ'αρχή, το «θεσμικό» πλαίσιο λειτουργίας του, καταγράφοντας και συστηματοποιώντας τις διαδικασίες που εφαρμόζει και τα έντυπα που χρησιμοποιεί.
- Διαχειρίζεται την καθημερινή του λειτουργία και τις σχέσεις του με το εξωτερικό περιβάλλον (πελάτες, προμηθευτές, τρίτοι).
- Επιλύει τα τεχνικά του θέματα και «ποσοτικοποιεί» την ικανότητα για όλες τις μεθόδους δοκιμών που εφαρμόζει.

1.2.1: Απαιτήσεις για τη συμμόρφωση με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000

Για τη συμμόρφωση, λοιπόν, ενός εργαστηρίου με το πρότυπο αυτό πρέπει να ικανοποιούνται ορισμένες απαιτήσεις όπως:

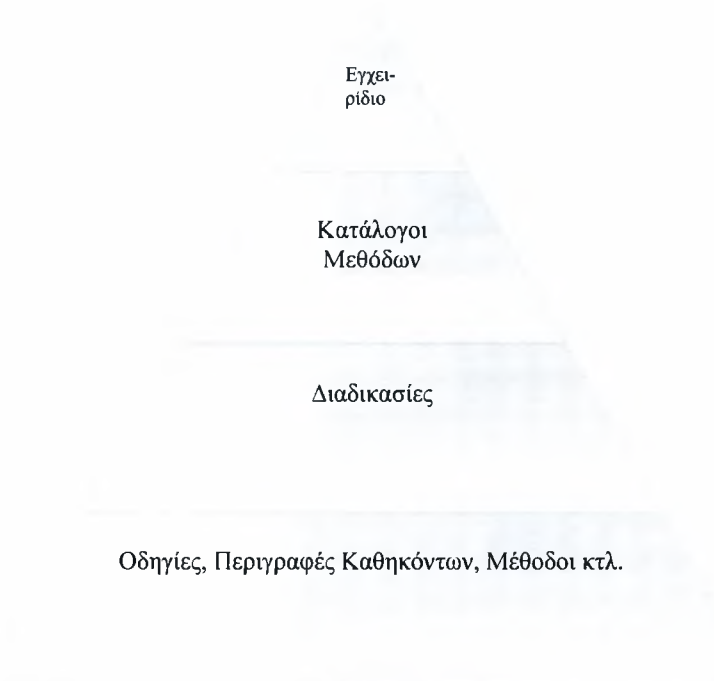
1. Το εργαστήριο είναι υπεύθυνο για την διεξαγωγή των δραστηριοτήτων του, με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις αυτού του Διεθνούς

- προτύπου, τις ανάγκες των πελατών, καθώς και τις απαιτήσεις των κανονιστικών αρχών ή των οργανισμ'ν που παρέχουν αναγνώριση.
2. Το εργαστήριο πρέπει να έχει διοικητικό και τεχνικό προσωπικό με την αρμοδιότητα και τους πόρους που απαιτούνται για την άσκηση των καθηκόντων του και για τον εντοπισμό της εμφάνισης αποκλίσεων από το σύστημα για την ποιότητα ή από τις διαδικασίες εκτέλεσης των δοκιμών ή/και των διακριβώσεων και για την έναρξη δράσεων για την πρόληψη ή την ελαχιστοποίηση αυτών των αποκλίσεων.
 3. Το εργαστήριο πρέπει να ορίζει τις ευθύνες, τις αρμοδιότητες και τις σχέσεις μεταξύ όλου του προσωπικού το οποίο διαχειρίζεται, εκτελεί ή επαληθεύει εργασία η οποία επηρεάζει την ποιότητα των δοκιμών ή των διακριβώσεων.
 4. Το εργαστήριο πρέπει να έχει ένα εγχειρίδιο ποιότητας το οποίο να ενσωματώνει τις πολιτικές και τους αντικειμενικούς σκοπούς του.

1.2.2: Επίπεδα εφαρμογής του Συστήματος Ποιότητας

Το Σύστημα Ποιότητας των εργαστηρίων αναπτύσσεται και εφαρμόζεται σε τέσσερα επίπεδα που είναι τα εξής:

1. Εγχειρίδιο Ποιότητας (Επίπεδο 1)
2. Κατάλογος Μεθόδων (Επίπεδο 2)
3. Διαδικασίες (Επίπεδο 3)
4. Οδηγίες, Περιγραφές καθηκόντων κτλ. (Επίπεδο 4)



Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με το Επίπεδο 1, δηλαδή με το την ανάπτυξη Εγχειριδίου Ποιότητας για το Εργαστήριο Υλικών. Στο εγχειρίδιο Ποιότητας αναπτύσσεται συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίο το Εργαστήριο καλύπτει τις απαιτήσεις του αντίστοιχου προτύπου (ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000). Το Εγχειρίδιο Ποιότητας αποτελεί το συνδετικό κρίκο του Συστήματος Ποιότητας με το πρότυπο και παραπέμπει στα επόμενα επίπεδα, όπου τα επιμέρους θέματα αναλύονται και περιγράφονται με λεπτομέρειες. Σε αυτό περιέχεται και η πολιτική ποιότητας, η οποία είναι μια διακήρυξη αρχών και στόχων που το Σύστημα Ποιότητας σκοπεύει να καλύψει, καθώς και οι αντικειμενικοί σκοποί του Συστήματος Ποιότητας σε κάθε εργαστήριο.

1.2.3: Πολιτική Ποιότητας

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθούμε εκτενέστερα στην πολιτική ποιότητας. Η δήλωση πολιτικής για την ποιότητα πρέπει να γίνεται με εξουσιοδότηση του ανώτατου διοικητικού στελέχους. Αυτή πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω:

- Τη δέσμευση της διοίκησης του εργαστηρίου για καλή επαγγελματική πρακτική και για την ποιότητα των δοκιμών και των διακριβώσεων του, κατά την εξυπηρέτηση των πελατών του,
 - τη δήλωση της διοίκησης για το επίπεδο υπηρεσιών του εργαστηρίου,
 - τους αντικειμενικούς σκοπούς του συστήματος για την ποιότητα,
 - μια απαίτηση όπως όλο το προσωπικό που ενδιαφέρεται για τις δραστηριότητες δοκιμών και διακριβώσεων εντός του εργαστηρίου, ενημερώνεται το ίδιο με την τεκμηρίωση για την ποιότητα και εφαρμόζει τις πολιτικές και τις διαδικασίες στην εργασία του,
- και
- τη δέσμευση της διοίκησης του εργαστηρίου για τη συμμόρφωση με το διεθνές πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000.

1.2.4: Κεντρικοί τομείς του Συστήματος Ποιότητας

Για τη δημιουργία ενός συστήματος ποιότητας για το εργαστήριο υλικών το οποίο να συμμορφώνεται με το πρότυπο EN ISO/IEC 17025 οι μελέτες πρέπει να επικεντρωθούν σε δύο τομείς:

A. Οργάνωση του εργαστηρίου

B. Τεχνικές απαιτήσεις

Ο πρώτος τομέας αναφέρεται στην ουσιαστική διαχείριση του εργαστηρίου, ενώ ο δεύτερος στις απαιτήσεις για τεχνική ικανότητα αναφορικά με τους τύπους δοκιμών ή/και διακριβώσεων που αναλαμβάνει το εργαστήριο.

A. ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Οι επιμέρους τομείς της οργάνωσης που πρέπει να εξεταστούν είναι οι εξής:

▪ A.1:Γενικοί κανόνες

Θέσπιση γενικών κανόνων για τη συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα, για τη διοίκηση και το προσωπικό, καθώς και για τις δομές και τις πολιτικές που ακολουθούνται.

- **A.2: Σύστημα για την ποιότητα**

Δημιουργία ενός εγχειριδίου για την ποιότητα στο οποίο να αναφέρονται οι πολιτικές και οι αντικειμενικοί σκοποί του συστήματος.

- **A.3: Έλεγχος εγγράφων**

Καθιέρωση και τήρηση διαδικασιών για τον έλεγχο όλων των εγγράφων (εκδόσεις, εγκρίσεις, αλλαγές) που αποτελούν μέρος του συστήματος για την ποιότητα.

- **A.4: Ανασκόπηση αιτήσεων, προσφορών και συμβάσεων**

Καθιέρωση και τήρηση διαδικασιών για την ανασκόπηση αιτήσεων, προσφορών και συμβάσεων, καθώς και τήρηση αρχείων των ανασκοπήσεων.

- **A.5: Υπεργολαβία δοκιμών και διακριβώσεων**

Επιλογή ικανού υπεργολάβου σε περίπτωση που παρουσιάζεται αυτή η ανάγκη, συνεννόηση με τον πελάτη και τήρηση αρχείων των υπεργολαβιών.

- **A.6: Αγορά υπηρεσιών και προμηθειών**

Η αγορά υπηρεσιών και προμηθειών που επηρεάζουν την ποιότητα πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένη πολιτικές και διαδικασίες, ενώ είναι απαραίτητα τα έγγραφα αγορών. και η αξιολόγηση των προμηθευτών.

- **A.7: Εξυπηρέτηση του πελάτη**

Αποδοχή της συνεργασίας των πελατών για διευκρινήσεις των αιτήσεων, παρακολούθηση επιδόσεων του εργαστηρίου, αλλά εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας για τους άλλους πελάτες.

- **A.8: Παράπονα**

Πολιτικές και διαδικασίες για την επίλυση παραπόνων και τήρηση αρχείων αυτών, καθώς και των ερευνών και των διορθωτικών ενεργειών.

- **A.9: Έλεγχος μη συμμορφούμενης εργασίας δοκιμών ή/και διακριβώσεων**

Πολιτικές και διαδικασίες που πρέπει να υλοποιούνται όταν κάποια πτυχή της εργασίας δοκιμών ή/και διακριβώσεων δε συμμορφώνεται με τις διαδικασίες του εργαστηρίου ή τις απαιτήσεις του πελάτη.

- **A.10: Διορθωτικές ενέργειες**

Πολιτικές και διαδικασίες ανάθεσης αρμοδιοτήτων για την επιλογή, εφαρμογή και παρακολούθηση διορθωτικών ενεργειών, ανάλυση των αιτιών και πρόσθετες επιθεωρήσεις.

- **A.11: Προληπτικές ενέργειες**

Ανάπτυξη, εφαρμογή και παρακολούθηση ενεργειών για τη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης μη συμμορφώσεων στο σύστημα ποιότητας.

- **A.12: Έλεγχος αρχείων**

Καθιέρωση και τήρηση διαδικασιών για την αναγνώριση, ομαδοποίηση, κωδικοποίηση, αρχειοθέτηση και αποθήκευση αρχείων για την ποιότητα και των τεχνικών αρχείων.

- **A.13: Τεχνικά αρχεία**

Διατήρηση αρχείων αρχικών παρατηρήσεων, δεδομένων που προκύπτουν, αρχείων διακριβώσεων, αρχείων προσωπικού κτλ

- **A.14: Εσωτερικές επιθεωρήσεις**

Διεξαγωγή επιθεωρήσεων των λειτουργιών του εργαστηρίου ώστε να επαληθεύεται ότι συμμορφώνεται με τα Διεθνή Πρότυπα..

- **A.15: Ανασκοπήσεις από τη διοίκηση**

Διεξαγωγή περιοδικών ανασκοπήσεων του συστήματος ποιότητας για την εξασφάλιση της καταλληλότητας και αποτελεσματικότητας του και για πιθανή βελτίωσή του.

B. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Οι επιμέρους τομείς των τεχνικών απαιτήσεων που πρέπει να εξεταστούν είναι οι εξής:

▪ B.1:Προσωπικό

Η διοίκηση πρέπει να εξασφαλίσει τις ικανότητες όσων χειρίζονται ειδικό εξοπλισμό, εκτελούν δοκιμές ή/και διακριβώσεις και αξιολογούν αποτελέσματα. Πρέπει να διαμορφώνει τους στόχους, τις δεξιότητες και την εκπαίδευση του προσωπικού.

▪ B.2:Χώροι εγκατάστασης και περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι εγκαταστάσεις του εργαστηρίου πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να διευκολύνεται η ορθή εκτέλεση των δοκιμών ή/και των διακριβώσεων. Το εργαστήριο πρέπει να παρακολουθεί και να ελέγχει τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις μεθόδους και τις διαδικασίες.

▪ B.3:Μέθοδοι δοκιμών και διακριβώσεων και μέθοδοι επικύρωσης

Χρησιμοποίηση των κατάλληλων μεθόδων και διαδικασιών για όλες τις δοκιμές ή/και τις διακριβώσεις, διάθεση οδηγιών χρήσης και λειτουργίας του εξοπλισμού, εκτιμήσεις αβεβαιότητας των μετρήσεων και έλεγχος δεδομένων.

▪ B.4:Εξοπλισμός

Το εργαστήριο πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τον κατάλληλο εξοπλισμό για δειγματοληψία, μετρήσεις και δοκιμές για την ορθότητα των αποτελεσμάτων. Επίσης η ακρίβεια των αποτελεσμάτων πρέπει να συμμορφώνεται με τα Διεθνή Πρότυπα και ο εξοπλισμός πρέπει να χρησιμοποιείται από εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Πρέπει να υπάρχουν διαδικασίες ασφαλή χειρισμού και αποθήκευσης και να τηρούνται αρχεία εξοπλισμού και λογισμικού.

▪ B.5:Ιχνηλασιμότητα μετρήσεων

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για δοκιμές ή/και διακριβώσεις πρέπει να διακριβώνεται, με συγκεκριμένες διαδικασίες και πρόγραμμα, πριν τεθεί πρώτη φορά σε λειτουργία. Το πρόγραμμα διακριβώσεων του εξοπλισμού πρέπει να σχεδιάζεται και

να λειτουργεί, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι μετρήσεις που γίνονται από το εργαστήριο, είναι ιχνηλάσιμες ως προς το Διεθνές Σύστημα Μονάδων.

▪ **B.6:Δειγματοληψία**

Το εργαστήριο πρέπει να διαθέτει σχέδια(βασισμένα σε κατάλληλες στατιστικές μεθόδους) και διαδικασίες δειγματοληψίας που να είναι διαθέσιμα στους χώρους που πραγματοποιείται η δειγματοληψία.

▪ **B.7:Χειρισμός αντικειμένων δοκιμής και διακρίβωσης**

Το εργαστήριο πρέπει να διαθέτει διαδικασίες για την παραλαβή, την προστασία, τον χειρισμό, αποθήκευση και τελική διάθεση των αντικειμένων δοκιμής ή/και διακρίβωσης. Το εργαστήριο πρέπει επίσης να διαθέτει σύστημα απόδοσης και αναγνώρισης ταυτότητας.

▪ **B.8:Διασφάλιση ποιότητας των αποτελεσμάτων δοκιμών και διακριβώσεων**

Το εργαστήριο πρέπει να διαθέτει διαδικασίες ελέγχου της ποιότητα για την παρακολούθηση της εγκυρότητας των δοκιμών και διακριβώσεων που αναλαμβάνονται και καταχώρηση των αποτελεσμάτων σε αρχεία.

▪ **B.9:Σύνταξη εκθέσεων αποτελεσμάτων**

Τα αποτελέσματα των δοκιμών και διακριβώσεων πρέπει να εκτίθενται με σαφήνεια και αντικειμενικότητα σε εκθέσεις δοκιμής ή σε πιστοποιητικά διακρίβωσης.

1.3: Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Το υπόλοιπο της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε έξι ενότητες που καταλαμβάνουν τα Κεφάλαια 2-7, αντίστοιχα. Σε κάθε ενότητα γίνεται μία προσπάθεια εφαρμογής ορισμένων εκ των στοιχείων του εγχειριδίου ποιότητας, που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1.3.4., σε κάποιες από τις βασικές εργασίες που πραγματοποιούνται στο Εργαστήριο Υλικών. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε σε:

- Έλεγχο της μικροδομής με οπτικό μικροσκόπιο (Κεφάλαιο 2)

- Σκληρομέτρηση (Κεφάλαιο 3)
- Μικροσκληρομέτρηση (Κεφάλαιο 4)
- Έλεγχο της μικροδομής με μικροσκόπιο ατομικής δύναμης (Κεφάλαιο 5)
- Έλεγχο της μικροδομής με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Κεφάλαιο 6)
- Συντήρηση εξοπλισμού (Κεφάλαιο 7)

Σε κάθε ενότητα θα εξετάσουμε το σκοπό για τον οποίο εφαρμόζεται η κάθε εργασία στο Εργαστήριο Υλικών, το πεδίο εφαρμογής της, τα σχετικά έγγραφα, τον απαιτούμενο εξοπλισμό, τον καθορισμό των υπευθυνοτήτων, τη διαδικασία που ακολουθούμε και τη μέθοδο προετοιμασίας του μεταλλογραφικού δοκιμίου.

Στο Κεφάλαιο 8 παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας ενώ στο Κεφάλαιο 9 αναφέρεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος στα Παραρτήματα I και II, παρουσιάζονται αναλυτικά οι οδηγίες εργασίας του εξοπλισμού του Εργαστηρίου Υλικών και εξειδικευμένες οδηγίες συντήρησης, αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 2: Έλεγχος μικροδομής με οπτικό μικροσκόπιο

2.1: Σκοπός

Η διαδικασία αυτή περιγράφει με ποιο τρόπο διεξάγεται ο έλεγχος της μικροδομής ενός μεταλλικού υλικού στο εργαστήριο υλικών. Διεξάγεται προκειμένου να χαρακτηριστεί η μικροδομή ως προς διάφορα χαρακτηριστικά της.

- 1.1: Μελέτη της μορφολογίας της μικροδομής (π.χ. μέγεθος κόκκων)
- 1.2: Εντοπισμός ατελειών (π.χ. εγκλεισμάτων), ακαθαρσιών, ρωγμών
- 1.3: Αναγνώριση φάσεων στο υλικό
- 1.4: Εντοπισμός κατεργασιών που έχει υποστεί το υλικό και πιθανές ατέλειες κατά την εφαρμογή τους
- 1.5: Εντοπισμός φαινομένων όπως διάβρωση

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος μικροδομής με οπτ. μικροσκόπιο είναι απαραίτητος για την κατανόηση της συμπεριφοράς της μικροδομής των υλικών . Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη της έρευνας, στη δημιουργία νέων υλικών με καλύτερες ιδιότητες ή στη βελτίωση των ιδιοτήτων των ήδη υπαρχόντων. Επίσης βοηθάει στην πρόληψη και στην αποφυγή επανάληψης διαδικασιών που οδηγούν σε αστοχία.

2.2:Πεδίο εφαρμογής

2.2.1: Ως προς τα υλικά

2.2.1.1: Μεταλλικά υλικά

2.2.2: Ως προς το χώρο

2.2.2.1: Βιομηχανία

2. 2.2.1.1: Παραγωγική διαδικασία

2.2.2.1.2: Μελέτη αστοχίας υλικού ή μηχαν. εξαρτήματος

2.2.2.1.3: Παραγωγή νέου υλικού

2.2.2.1.4: Πιστοποίηση

- 2.2.2.1.5: Όταν προβλέπεται από κάποιο πρότυπο
- 2.2.2.2: Εργαστήρια
 - 2.2.2.2.1: Ποιοτικός έλεγχος
 - 2.2.2.2.2: Πιστοποίηση
- 2.2.2.3: Πανεπιστήμια
 - 2.2.2.3.1: Ερευνητική διαδικασία
 - 2.2.2.3.2: Εκπαιδευτικοί σκοποί
 - 2.2.2.3.3: Επιστημονική γνωμάτευση

2.3: Σχετικά έγγραφα

2.3.1: Οδηγίες εργασίας

- 2.3.1.1: Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου
 - 2.3.1.1.1: Κοπτικό μηχάνημα Unitom-2 / WI-001
 - 2.3.1.1.2: Μικροτόμος Accutom-5 / WI-002
 - 2.3.1.1.3: Εγκιβωτισμός / WI-003
 - 2.3.1.1.4: Πρέσα εγκιβωτισμού (Prestopress-3) / WI-004
 - 2.3.1.1.5: Μηχανή λείανσης (Stuers Knuth-Rotor 3) / WI-005
 - 2.3.1.1.6: Μηχανή στίλβωσης (Struers Dap-V) / WI-006
 - 2.3.1.1.7: Μηχανή αυτόματης στίλβωσης (Struers Rotoforce-4, Rotopol-21) / WI-007
 - 2.3.1.1.8: Χημική προσβολή / WI-008
- 2.3.1.2: Έλεγχος στο οπτικό μικροσκόπιο
 - 2.3.1.2.1: Οπτικό μικροσκόπιο (Leitz Aristomet) / WI-008
 - 2.3.1.2.2: Οπτικό μικροσκόπιο (Leica DMLM) / WI-009
 - 2.3.1.2.3: Ψηφιακή κάμερα / WI-010

Σ.Σ.: Οι οδηγίες εργασίας παρουσιάζονται λεπτομερώς στο Παράρτημα I

2.3.2: Προδιαγραφές

- 2.3.2.1: ASTM 3-01 “Standard practice for preparation of metallographic specimens”, ASTM International, 2001
- 2.3.2.2: DIN V 30995 “Sintered metal materials, excluding hardmetals, metallographic preparation and examination”, 1999

2.3.2.3: ASTM E562 “Standard test method for determining volume fraction by systematic manual point count”, ASTM International, 2002

2.3.2.4: ASTM E883 “Standard guide for reflected light microscopy”, ASTM International, 2002

2.3.2.5: ASTM B487 “Standard test method for measurement of metal and oxide coating thickness by microscopical examination of a cross section, ASTM International, 1985

2.3.2.6: DIN 50 601 “DIN 50 601 (August, 1985): Ermittlung der Ferrit- und Austenit-korngröße von Stahl und Eisenwerkstoffen

2.3.2.7: DIN 50 602

2.3.3: Βιβλιογραφία

2.3.3.1: “Metallography, principles and practice”, George F. Vander Voort, Chapter 2 “Specimen preparation for light microscopy”, p. 60-139
Chapter 4 “Light microscopy”, p. 269-329

2.3.3.2: “Metallography and microstructure”, ASM Handbook, Vol. 9, Chapter 1, p. 21-88

2.4: Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά - Έντυπα

2.4.1: Εξοπλισμός

2.4.1.1: Κοπτικό εργαλείο (Struers Unitom 2)

2.4.1.2: Μικροτόμος (Struers Accutom 5)

2.4.1.3: Πρέσα εγκιβωτισμού (Prestopress-3)

2.4.1.4: Μηχανή λείανσης (Stuers Knuth-Rotor 3)

2.4.1.5: Μηχανή στίλβωσης (Struers Dap V)

2.4.1.6: Μηχανή αυτόματης στίλβωσης (Struers Rotoforce-4, Rotopol-21)

2.4.1.7: Συσκευή καθαρισμού υπερήχων

2.4.1.8: Συσκευή ηλεκτρολυτικής λείανσης

2.4.1.9: Εξοπλισμός προετοιμασίας (πάγκος εργασίας)

2.4.1.10: Συσκευή απαγωγής αερίων

2.4.1.11: Νεροχύτες

2.4.1.12: Πρέσα δοκιμίων

2.4.1.13: Οπτικό μικροσκόπιο (Leitz Aristomet/ Leica DMLM)

- 2.4.1.14: Οπτικό μικροσκόπιο έγχρωμης μεταλλογραφίας
- 2.4.1.15: Ψηφιακή κάμερα (Leica DC300)
- 2.4.1.16: Ηλεκτρονικός υπολογιστής
- 2.4.1.17: Χώροι αποθήκευσης
- 2.4.2: Υλικά
 - 2.4.2.1: Δίσκοι λείανσης/ στίλβωσης
 - 2.4.2.2: Καλούπια εγκιβωτισμού
 - 2.4.2.3: Ογκομετρικές φιάλες
 - 2.4.2.4: Πιπέτες
 - 2.4.2.5: Υδροβολείς
 - 2.4.2.6: Εντυπωτής
 - 2.4.2.7: Επωξικές ρητίνες
 - 2.4.2.8: Βακελίτης (ταμπλέτες, κόκκους)
 - 2.4.2.9: Οινόπνευμα
 - 2.4.2.10: Αλουμίνα/ Διαμαντόπαστα (Dp Paste M 3mm, Struers)
 - 2.4.2.11: Δοχεία προετοιμασίας
 - 2.4.2.12: Αναδευτήρες
 - 2.4.2.13: Ιατρικά γάντια
 - 2.4.2.14: Προστατευτικά γυαλιά
 - 2.4.2.15: Χημικά αντιδραστήρια
 - 2.4.2.16: Δίσκοι κοπής (Struers cut off wheels)
- 2.4.3: Έντυπα
 - 2.4.3.1: Οδηγίες εργασίας
 - 2.4.3.2: Έντυπα ανάθεσης
 - 2.4.3.3: Αποθηκευτικά αρχεία
 - 2.4.3.4: Εγχειρίδια
 - 2.4.3.5: Προδιαγραφές
 - 2.4.3.6: Μέθοδοι δοκιμών
 - 2.4.3.7: Κανονισμοί
 - 2.4.3.8: Πρότυπα

2.5: Υπευθυνότητες

Ο διευθυντής του εργαστηρίου καθορίζει σε κάθε έργο τους εξουσιοδοτημένους υπαλλήλους για την εκτέλεση ελέγχου μικροδομής με οπτικό μικροσκόπιο.

Ο συντονιστής κάθε έργου είναι υπεύθυνος για την παράδοση του αντικειμένου που θα υποβληθεί σε έλεγχο μικροδομής, καθώς και για τη συμπλήρωση και παράδοση του «έντυπο ανάθεσης εργασιών» στο διευθυντή του εργαστηρίου. Το έντυπο ανάθεσης πρέπει να αναφέρει τα ακόλουθα:

- Ημερομηνία
- Πελάτης
- Αριθμός έργου
- Είδος ελέγχου
- Αριθμός δοκιμίου
- Αριθμός εισερχόμενων αντικειμένων

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου είναι αρμόδιος να διασφαλίσει ότι καμία έκθεση δεν εκδίδεται χωρίς να φέρει δύο (2) υπογραφές από τους σχετικά εξουσιοδοτημένους.

2.6: Διαδικασία

2.6.1: **Έναρξη:** Συλλογή πληροφοριών για το υπό εξέταση υλικό, τις κατεργασίες που έχει υποστεί, το σκοπό της μελέτης .

2.6.2: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση δοκιμίων:** Συλλογή των δοκιμίων, χρησιμοποίησή τους από το εξειδικευμένο προσωπικό και μεταφορά τους στους προεπιλεγμένους χώρους αποθήκευσης με ταυτόχρονη συμπλήρωση των απαραίτητων, για κάθε βήμα, εγγράφων.

2.6.3: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση φωτογραφιών:** Με τη βοήθεια ψηφιακής κάμερας, ηλεκτρονικού υπολογιστή και του κατάλληλου λογισμικού οι

φωτογραφίες των δοκιμίων μετά από επεξεργασία φυλάσσονται είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε επιλεγμένους φακέλους του η/υ) ή σε hard copies (σε αρχεία) για μελλοντική χρήση.

2.6.4: Καταγραφή αποτελεσμάτων: Μετά την επεξεργασία των δοκιμίων το επιστημονικό προσωπικό είναι επιφορτισμένο με την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Αυτό γίνεται με μια έκθεση δοκιμών η οποία, εκτός των ερμηνειών, πρέπει να περιλαμβάνει την ημερομηνία και τόπο της μελέτης, τις διαδικασίες και το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και συμπληρωματικά σχόλια, εφόσον απαιτούνται.

2.6.5: Τιμολόγηση: Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτή αποστέλλεται στον ενδιαφερόμενο και συνοδεύεται από το αντίστοιχο τιμολόγιο στο οποίο έχει κοστολογηθεί η εργασία.

2.7: Παρασκευή μεταλλογραφικού δοκιμίου (Sample Preparation)

Οι τεχνικές παρασκευής του μεταλλογραφικού δοκιμίου τείνουν να ποικίλλουν από εργαστήριο σε εργαστήριο. Αυτές οι διαφοροποιήσεις στις διαδικασίες μπορεί να είναι απαραίτητες λόγω της φύσης του υλικού που εξετάζεται. Παρόλα αυτά τα βασικά βήματα είναι καθορισμένα και είναι τα εξής:

2.7.1: Κοπή/ SP-01: Το πρώτο βήμα είναι η κοπή του υλικού σε κατάλληλο μέγεθος για την επεξεργασία του στα επόμενα στάδια. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κοπτικού εργαλείου (Struers Unitom 2)/ WI-001 και τη χρήση κατάλληλων δίσκων ανάλογα με τη φύση του υλικού. Σε περιπτώσεις που απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια και κοπή δοκιμίων πολύ μικρού μεγέθους γίνεται χρήση μικροτόμου (Struers Accutom 5)/ WI-002.

2.7.2: Εγκιβωτισμός/ SP-02: Στη συνέχεια το δοκίμιο τοποθετείται σε καλούπι εγκιβωτισμού, περιχύνεται με επωξική ρητίνη και αφού στεγνώσει και στερεοποιηθεί η ρητίνη το δοκίμιο είναι έτοιμο για το επόμενο στάδιο/ WI-003. Σε ορισμένες

περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χρήση πρέσας εγκιβωτισμού/ WI-004 καθώς και ειδικών clips που βοηθούν στη σταθεροποίηση του δοκιμίου στο καλούπι.

2.7.3: Λείανση/SP-03, Στίλβωση/ SP-04: Το δοκίμιο παραλαμβάνεται και τοποθετείται στη μηχανή λείανσης (Stuers Knuth-Rotor 3) για επεξεργασία στην επιφάνειά του/ WI-005. Χρησιμοποιούνται δίσκοι λείανσης με διαδοχικά μεγαλύτερο μέγεθος κόκκου (80,120, 220, 320,500,1000 grit) με ταυτόχρονη παροχή νερού για την απομάκρυνση υπολειμμάτων υλικού. Κατά τη λείανση το δοκίμιο συγκρατείται με συγκεκριμένη διεύθυνση και περιστρέφεται σε γωνίες μέχρι 45° έτσι ώστε να απομακρυνθούν ομοιόμορφα οι γρατσουνιές από την επιφάνειά του. Έπειτα προχωρούμε στη διαδικασία στίλβωσης με διαμαντόσκονη Dp paste,, M, μεγέθους 3 μm για να επιτευχθεί το μέγιστο ποσοστό λείας επιφάνειας/ WI-006. Για τη διαδικασία της στίλβωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μηχανή αυτόματης στίλβωσης/ WI-007.

2.7.4: Χημική προσβολή/ SP-05: Σε αυτό το στάδιο το δοκίμιο προσβάλλεται με κάποιο χημ. αντιδραστήριο (π.χ. διάλυμα νιτρικού οξέος (HNO₃) 30%) για προκαθορισμένο διάστημα και αφού ξεπλυθεί με οινόπνευμα και στεγνωθεί με ρεύμα θερμού αέρα είναι έτοιμο για μελέτη στο οπτικό μικροσκόπιο/ WI-007.

2.7.5: Οπτικό μικροσκόπιο/ SP-06: Μετά τη χημική προσβολή το δοκίμιο επιπεδοποιείται στην αντικειμενοφόρο πλάκα σε πρέσα δοκιμίου και είναι έτοιμο για εξέταση στο οπτικό μικροσκόπιο. Τοποθετείται λοιπόν στην πλάκα στήριξης και αφού ρυθμιστεί η επιθυμητή θέση του κάτω από το φακό του μικροσκοπίου, ο φακός μεγέθυνσης και η φωτεινότητα, είμαστε έτοιμοι να εξετάσουμε το δοκίμιο/ WI-008, WI-009. Σε περίπτωση που θέλουμε να αποτυπώσουμε κάποια περιοχή του δοκιμίου τοποθετούμε ψηφιακή κάμερα στο μικροσκόπιο και με τη βοήθεια λογισμικού πακέτου αποθηκεύουμε τη φωτογραφία για περαιτέρω χρήση/ WI-010



Κεφάλαιο 3: Σκληρομέτρηση

3.1: Σκοπός

Η σκληρότητα ενός υλικού είναι ένα μέτρο της αντίστασης του σε μόνιμη ή πλαστική παραμόρφωση. Η σκληρότητα δεν είναι μια φυσική ιδιότητα του υλικού που μπορεί να υπαγορευθεί από όρους όπως οι θεμελιώδεις μονάδες μάζας, μήκους ή χρόνου. Η τιμή της σκληρότητας είναι το αποτέλεσμα μιας ορισμένης πειραματικής διαδικασίας. Η συνήθης μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας είναι η μέτρηση του βάθους ή της περιοχής του ίχνους που αφήνει ένας εντυπωτής συγκεκριμένου σχήματος, εφαρμοζόμενος με συγκεκριμένη δύναμη και για συγκεκριμένη ώρα στην επιφάνεια του υλικού. Υπάρχουν τρεις βασικοί μέθοδοι μέτρησης της σκληρότητας και είναι οι εξής:

- Σκληρότητα Brinell
- Σκληρότητα Vickers
- Σκληρότητα Rockwell

Η επιλογή της σωστής μεθόδου εξαρτάται από τη σκληρότητα του εξεταζόμενου υλικού, το πάχος του, το μέγεθος της εντύπωσης καθώς και από άλλους παράγοντες.

Η δοκιμασία σκληρότητας είναι μία πολύ καλή και πολύτιμη τεχνική λόγω της απλότητας, του χαμηλού κόστους και του μεγάλου εύρους συσχέτισης στις ιδιότητες και στη συμπεριφορά των υλικών. Βασικός σκοπός της είναι ο καθορισμός της καταλληλότητας του υλικού για συγκεκριμένη εφαρμογή και των κατεργασιών που έχει ήδη υποστεί.

3.2: Πεδίο εφαρμογής

3.2.1: Ως προς τα υλικά

3.2.1.1: Μεταλλικά υλικά

3.2.1.2: Κεραμικά υλικά

3.2.2: Ως προς το χώρο

3.2.2.1: Βιομηχανία

3.2.2.1.1: Παραγωγική διαδικασία

3.2.2.1.2: Μελέτη αστοχίας υλικού ή μηχαν. εξαρτήματος

3.2.2.1.3: Πιστοποίηση

3.2.2.1.4: Όταν προβλέπεται από κάποιο πρότυπο

3.2.2.2: Εργαστήρια

3.2.2.2.1: Ποιοτικός έλεγχος

3.2.2.2.2: Πιστοποίηση

3.2.2.3: Πανεπιστήμια

3.2.2.3.1: Ερευνητική διαδικασία

3.2.2.3.2: Εκπαιδευτικοί σκοποί

3.2.2.3.3: Επιστημονική γνωμάτευση

3.3: Σχετικά έγγραφα

3.3.1: Οδηγίες εργασίας

3.3.1.1: Σκληρόμετρο Frank

3.3.2: Προδιαγραφές

3.3.2.1: ASTM E18 “Standard test method for Rockwell hardness and Rockwell superficial hardness of metallic materials”, ASM International, 2005

3.3.2.2: ASTM E10 “Standard test method for Brinell hardness of metallic materials”, ASM International, 2001

3.3.2.3: ASTM C1326 “Test method for Knoop indentation hardness of advanced ceramics”, ASM International, 2003

3.3.2.4: ASTM C1327 “Test method for Vickers indentation hardness of advanced ceramics”, ASM International, 2003

3.3.2.5: ASTM E140 “Test method for hardness conversion tables relationship among Vickers hardness, Rockwell hardness, Superficial hardness, Knoop hardness, and Scieroscope hardness, ASM International, 2005

3.3.2.6: ASTM B277 “Standard test method for hardness of electrical contact materials”, ASM International, 2001

3.3.2.7: ISO 4498 “Sintered metal materials, excluding hardmetals- Determination of apparent hardness and microhardness”, 2005

3.3.2.8: ISO 3738 “Hardmetals: Rockwell hardness test (scale A)”, 1982

3.3.3: Βιβλιογραφία

3.3.3.1: “Metallography, principles and practice”, George F. Vander Voort, Chapter 5 “Hardness”, p. 334-405

3.3.3.2: “Mechanical testing and evaluation”, ASM Handbook, Vol. 8, Chapter 1, p. 69-114

3.3.3.3: “Hardness testing”, ASM International,

Chapter 1 “Introduction to hardness testing”, p. 1-15

3.4: Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά - Έντυπα

3.4.1: Εξοπλισμός

3.4.1.1: Σκληρόμετρο Frank

3.4.2: Υλικά

3.4.2.1: Πρότυπα δοκίμια

3.4.3: Έντυπα

3.4.3.1: Οδηγίες εργασίας

3.4.3.2: Έντυπα ανάθεσης

3.4.3.3: Αποθηκευτικά αρχεία

3.4.3.4: Εγχειρίδια

3.4.3.5: Προδιαγραφές

3.4.3.6: Μέθοδοι δοκιμών

3.4.3.7: Κανονισμοί

3.4.3.8: Πρότυπα

3.5: Υπευθυνότητες

Ο διευθυντής του εργαστηρίου καθορίζει σε κάθε έργο τους εξουσιοδοτημένους υπαλλήλους για την εκτέλεση της σκληρομέτρησης

Ο συντονιστής κάθε έργου είναι υπεύθυνος για την παράδοση του αντικειμένου που θα υποβληθεί σε σκληρομέτρηση, καθώς και για τη συμπλήρωση και παράδοση του «έντυπο ανάθεσης εργασιών» στο διευθυντή του εργαστηρίου. Το έντυπο ανάθεσης πρέπει να αναφέρει τα ακόλουθα:

- a. Ημερομηνία
- b. Πελάτης
- c. Αριθμός έργου
- d. Είδος ελέγχου
- e. Αριθμός δοκιμίου
- f. Αριθμός εισερχόμενων αντικειμένων

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου είναι αρμόδιος να διασφαλίσει ότι καμία έκθεση δεν εκδίδεται χωρίς να φέρει δύο (2) υπογραφές από τους σχετικά εξουσιοδοτημένους.

3.6: Διαδικασία

3.6.1: **Έναρξη:** Συλλογή πληροφοριών για το υπό εξέταση υλικό, τις κατεργασίες που έχει υποστεί, το σκοπό της μελέτης .

3.6.2: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση δοκιμών:** Συλλογή των δοκιμών, χρησιμοποίησή τους από το εξειδικευμένο προσωπικό και μεταφορά τους στους προεπιλεγμένους χώρους αποθήκευσης με ταυτόχρονη συμπλήρωση των απαραίτητων, για κάθε βήμα, εγγράφων.

3.6.3: **Καταγραφή αποτελεσμάτων:** Μετά την επεξεργασία των δοκιμών το επιστημονικό προσωπικό είναι επιφορτισμένο με την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Αυτό γίνεται με μια έκθεση δοκιμών η οποία, εκτός των ερμηνειών, πρέπει να περιλαμβάνει την ημερομηνία και τόπο της μελέτης, τις διαδικασίες και το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και συμπληρωματικά σχόλια, εφόσον απαιτούνται.

3.6.4: **Αρχειοθέτηση αποτελεσμάτων:** Με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και του κατάλληλου λογισμικού τα αποτελέσματα φυλάσσονται είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε επιλεγμένους φακέλους του η/υ) ή σε hard copies (σε αρχεία) για μελλοντική χρήση.

3.6.5: **Τιμολόγηση:** Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτή αποστέλλεται στον ενδιαφερόμενο και συνοδεύεται από το αντίστοιχο τιμολόγιο στο οποίο έχει κοστολογηθεί η εργασία.

3.7: Παρασκευή δοκιμίου (Sample Preparation)

Για να εξεταστεί ένα δοκίμιο στο σκληρόμετρο πρέπει να έχει προηγηθεί μια διαδικασία προετοιμασίας. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την κοπή του σε επιθυμητό μέγεθος (SP-01), καθώς και σε ορισμένες περιπτώσεις τη λείανση ή εκχόνδρισή του για τη δημιουργία επίπεδης επιφάνειας που θα μας βοηθήσει να

επιτύχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις μας. Επίπλεόν πρέπει να ελέγχουμε ότι η επιφάνεια του δοκιμίου είναι καθαρή και ότι έχουν απομακρυνθεί οι ακαθαρσίες από προηγούμενες κατεργασίες.

Κεφάλαιο 4: Μικροσκληρομέτρηση

4.1: Σκοπός

Ο όρος μικροσκληρομέτρηση αναφέρεται στη μέτρηση της σκληρότητας με χρήση πολύ μικρών φορτίων (2000gf). Η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν απαιτείται πολύ μικρό μέγεθος εντύπωσης πχ. σε επιφανειακά στρώματα, λεπτά υλικά, σκληρότητα μεταλλουργικών φάσεων, σκληρότητα κοντά στο άκρο κοπτικών εργαλείων. Υπάρχουν δύο βασικοί μέθοδοι μέτρησης της μικροσκληρότητας και είναι οι εξής:

- Μικροσκληρότητα Κnoop
- Μικροσκληρότητα Vickers

4.2: Πεδίο εφαρμογής

4.2.1: Ως προς τα υλικά

4.2.1.1: Μεταλλικά υλικά

4.2.2: Ως προς το χώρο

4.2.2.1: Βιομηχανία

4.2.2.1.1: Παραγωγική διαδικασία

4.2.2.1.2: Μελέτη αστοχίας υλικού ή μηχαν. εξαρτήματος

4.2.2.1.3: Πιστοποίηση

4.2.2.1.4: Όταν προβλέπεται από κάποιο πρότυπο

4.2.2.2: Εργαστήρια

4.2.2.2.1: Ποιοτικός έλεγχος

4.2.2.2.2: Πιστοποίηση

4.2.2.3: Πανεπιστήμια

4.2.2.3.1: Ερευνητική διαδικασία

4.2.2.3.2: Εκπαιδευτικοί σκοποί

4.2.2.3.3: Επιστημονική γνωμάτευση

4.3: Σχετικά έγγραφα

4.3.1: Οδηγίες εργασίας

4.3.1.1: Μικροσκληρόμετρο (H MV-2000, Shimadzu)

4.3.2: Προδιαγραφές

4.3.2.1: ASTM E-384 “Standard test method for microindentation hardness of materials”, ASM International, 1999

4.3.2.2: ISO 4498 “Sintered metal materials, excluding hardmetals- Determination of apparent hardness and microhardness”, 2005

4.3.2.3: ISO 4516 “Metallic and other inorganic coatings- Vickers and Knoop microhardness tests, 2002\

4.3.3: Βιβλιογραφία

4.3.3.1: “Metallography, principles and practice”, George F. Vander Voort, Chapter 5 “Hardness”, p. 334-405

4.3.3.2: “Mechanical testing and evaluation”, ASM Handbook, Vol. 8, Chapter 1, p. 69-114

4.3.3.3: “Hardness testing”, ASM International, Chapter 5 “Microhardness Testing”, p. 67-81

4.4: Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά - Έντυπα

4.4.1: Εξοπλισμός

4.4.1.1: Μικροσκληρόμετρο (H MV-2000, Shimadzu)

4.4.2: Υλικά

4.4.2.1: Πρότυπα δοκίμια

4.4.3: Έντυπα

4.4.3.1: Οδηγίες εργασίας

4.4.3.2: Έντυπα ανάθεσης

4.4.3.3: Αποθηκευτικά αρχεία

4.4.3.4: Εγχειρίδια

4.4.3.5: Προδιαγραφές

4.4.3.6: Μέθοδοι δοκιμών

4.4.3.7: Κανονισμοί

4.4.3.8: Πρότυπα

4.5: Υπευθυνότητες

Ο διευθυντής του εργαστηρίου καθορίζει σε κάθε έργο τους εξουσιοδοτημένους υπαλλήλους για την εκτέλεση της μικροσκληρομέτρησης.

Ο συντονιστής κάθε έργου είναι υπεύθυνος για την παράδοση του αντικειμένου που θα υποβληθεί σε μικροσκληρομέτρηση, καθώς και για τη συμπλήρωση και παράδοση του «έντυπο ανάθεσης εργασιών» στο διευθυντή του εργαστηρίου. Το έντυπο ανάθεσης πρέπει να αναφέρει τα ακόλουθα:

- a. Ημερομηνία
- b. Πελάτης
- c. Αριθμός έργου
- d. Είδος ελέγχου
- e. Αριθμός δοκιμίου
- f. Αριθμός εισερχόμενων αντικειμένων

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου είναι αρμόδιος να διασφαλίσει ότι καμία έκθεση δεν εκδίδεται χωρίς να φέρει δύο (2) υπογραφές από τους σχετικά εξουσιοδοτημένους.

4.6: Διαδικασία

4.6.1: **Έναρξη:** Συλλογή πληροφοριών για το υπό εξέταση υλικό, τις κατεργασίες που έχει υποστεί, το σκοπό της μελέτης .

4.6.2: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση δοκιμίων:** Συλλογή των δοκιμίων, χρησιμοποίησή τους από το εξειδικευμένο προσωπικό και μεταφορά τους στους προεπιλεγμένους χώρους αποθήκευσης με ταυτόχρονη συμπλήρωση των απαραίτητων, για κάθε βήμα, εγγράφων.

4.6.3: **Καταγραφή αποτελεσμάτων:** Μετά την επεξεργασία των δοκιμίων το επιστημονικό προσωπικό είναι επιφορτισμένο με την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Αυτό γίνεται με μια έκθεση δοκιμών η

οποία, εκτός των ερμηνειών, πρέπει να περιλαμβάνει την ημερομηνία και τόπο της μελέτης, τις διαδικασίες και το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και συμπληρωματικά σχόλια, εφόσον απαιτούνται.

4.6.4: Αρχαιοθέτηση αποτελεσμάτων: Με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και του κατάλληλου λογισμικού τα αποτελέσματα φυλάσσονται είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε επιλεγμένους φακέλους του η/υ) ή σε hard copies (σε αρχεία) για μελλοντική χρήση.

4.6.5: Τιμολόγηση: Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτή αποστέλλεται στον ενδιαφερόμενο και συνοδεύεται από το αντίστοιχο τιμολόγιο στο οποίο έχει κοστολογηθεί η εργασία.

4.7: Παρασκευή δοκιμίου (Sample Preparation)

Η παρασκευή του δοκιμίου είναι μία πολύ σημαντική διαδικασία για τη μικροσκληρομέτρηση αφού είναι απαραίτητο η μέγιστη επιτρεπτή σκληρότητα της επιφάνειας του, να είναι 0.1 micromilimeters, έτσι ώστε να σχηματίζονται ξεκάθαρα οι γωνίες της εντύπωσης. Γενικά όσο μικρότερο είναι το φορτίο που επιβάλλεται τόσο πιο αυστηρές γίνονται οι απαιτήσεις. Όταν το φορτίο είναι 100g ή και μικρότερο, συνιστάται μεταλλογραφικό finish.

Σε πολλές περιπτώσεις το εξεταζόμενο δοκίμιο θα χρησιμοποιηθεί και για μεταλλογραφικό έλεγχο, οπότε ο εγκιβωτισμός (SP-02), η λείανση (SP-03) και η στίλβωση (SP-04) είναι απαραίτητα.

Κεφάλαιο 5: Έλεγχος μικροδομής με μικροσκοπιο ατομικής δύναμης (AFM)

5.1: Σκοπός

Τα πιο συνηθισμένα εργαλεία για τη μελέτη των μετάλλων τόσο στη βιομηχανία όσο και στην έρευνα είναι το οπτικό μικροσκόπιο και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Το Μικροσκόπιο Ατομικής Δύναμης (AFM) αναπτύσσεται ραγδαία ως ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τη μεταλλογραφία. Τα πλεονεκτήματά του συνοψίζονται στα εξής:

- Εξαιρετικά υψηλή μεγέθυνση (ως και 1.000.000x)
- Επιφανειακά τοπογράματα τριών διαστάσεων, κάτι που βοηθάει την κατανόηση του βάθους των χαρακτηριστικών της επιφάνειας.
- Ευκολία στη χρήση. Με την αναπτυγμένη τεχνολογία που χρησιμοποιεί το AFM είναι εφικτή η εκμάθηση της καλής χρήσης του μέσα σε μία μόνο μέρα
- Απλοποιημένη προετοιμασία δείγματος: Λίγη ή ανύπαρκτη προετοιμασία απαιτείται πριν την εξέταση των δοκιμίων στο AFM.
- Στα όργανα του AFM περιλαμβάνεται και ένα τηλε-οπτικό μικροσκόπιο που επιτρέπει την άμεση οπτικοποίηση της επιφάνειας των μετάλλων.

5.2: Πεδίο εφαρμογής

5.2.1: Ως προς τα υλικά

5.2.1.1: Μεταλλικά υλικά

5.2.1.2: Κεραμικά υλικά

5.2.2: Ως προς το χώρο

5.2.2.1: Βιομηχανία

5.2.2.1.1: Παραγωγική διαδικασία

5.2.2.1.2: Μελέτη αστοχίας υλικού ή μηχαν. εξαρτήματος

5.2.2.1.3: Παραγωγή νέου υλικού

5.2.2.1.4: Πιστοποίηση

5.2.2.1.5: Όταν προβλέπεται από κάποιο πρότυπο

5.2.2.2: Εργαστήρια

5.2.2.2.1: Ποιοτικός έλεγχος

5.2.2.2.2: Πιστοποίηση

5.2.2.3: Πανεπιστήμια

5.2.2.3.1: Ερευνητική διαδικασία

5.2.2.3.2: Εκπαιδευτικοί σκοποί

5.2.2.3.3: Επιστημονική γνώματευση

5.3: Σχετικά έγγραφα

5.3.1: Οδηγίες εργασίας

5.3.1.1: Μικροσκόπιο Ατομικής Δύναμης

5.3.2: Προδιαγραφές

5.3.2.1: ASTM E2382 “Guide to scanner and tip related artifacts in Scanning Tunneling Microscopy and Atomic Force Microscopy, ASM International, 2004

5.3.2.2: ASTM WK7322 “Standard practice for calibrating the z-magnification of an Atomic Force Microscope at subnanometer displacement levels using Si (111) single atom steps”, ASM International, under development

5.3.3: Βιβλιογραφία

5.3.3.1: “Non contact Atomic Force Microscopy”, S. Morita, R. Wiesendanger, E. Meyer, Springer publications, 2002

Chapter 2 “Principles of NC-AFM”, p. 11-43

Chapter 18 “Analysis of microscopy and spectroscopy experiments”, p. 349-368

5.4: Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά - Έντυπα

5.4.1: Εξοπλισμός

5.4.1.1: Μικροσκόπιο ατομικής δύναμης (AFM)

5.4.1.2: Μόνιτορ

5.4.1.3: Ηλεκτρονικός υπολογιστής

5.4.2: Υλικά

5.4.2.1: Λογισμικό πακέτο

5.4.3: Έντυπα

5.4.3.1: Οδηγίες εργασίας

- 5.4.3.2: Έντυπα ανάθεσης
- 5.4.3.3: Αποθηκευτικά αρχεία
- 5.4.3.4: Εγχειρίδια
- 5.4.3.5: Προδιαγραφές
- 5.4.3.6: Μέθοδοι δοκιμών
- 5.4.3.7: Κανονισμοί
- 5.4.3.8: Πρότυπα

5.5: Υπευθυνότητες

Ο διευθυντής του εργαστηρίου καθορίζει σε κάθε έργο τους εξουσιοδοτημένους υπαλλήλους για την εκτέλεση της εργασίας.

Ο συντονιστής κάθε έργου είναι υπεύθυνος για την παράδοση του αντικειμένου που θα υποβληθεί σε μελέτη με το AFM, καθώς και για τη συμπλήρωση και παράδοση του «έντυπο ανάθεσης εργασιών» στο διευθυντή του εργαστηρίου. Το έντυπο ανάθεσης πρέπει να αναφέρει τα ακόλουθα:

- a. Ημερομηνία
- b. Πελάτης
- c. Αριθμός έργου
- d. Είδος ελέγχου
- e. Αριθμός δοκιμίου
- f. Αριθμός εισερχόμενων αντικειμένων

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου είναι αρμόδιος να διασφαλίσει ότι καμία έκθεση δεν εκδίδεται χωρίς να φέρει δύο (2) υπογραφές από τους σχετικά εξουσιοδοτημένους.

5.6: Διαδικασία

5.6.1: **Έναρξη:** Συλλογή πληροφοριών για το υπό εξέταση υλικό, τις κατεργασίες που έχει υποστεί, το σκοπό της μελέτης .

5.6.2: Διαχείριση-Αρχειοθέτηση δοκιμίων: Συλλογή των δοκιμίων, χρησιμοποίησή τους από το εξειδικευμένο προσωπικό και μεταφορά τους στους προεπιλεγμένους χώρους αποθήκευσης με ταυτόχρονη συμπλήρωση των απαραίτητων, για κάθε βήμα, εγγράφων.

5.6.3: Καταγραφή αποτελεσμάτων: Μετά την επεξεργασία των δοκιμίων το επιστημονικό προσωπικό είναι επιφορτισμένο με την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Αυτό γίνεται με μια έκθεση δοκιμών η οποία, εκτός των ερμηνειών, πρέπει να περιλαμβάνει την ημερομηνία και τόπο της μελέτης, τις διαδικασίες και το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και συμπληρωματικά σχόλια, εφόσον απαιτούνται.

5.6.4: Αρχειοθέτηση αποτελεσμάτων: Με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και του κατάλληλου λογισμικού τα αποτελέσματα φυλάσσονται είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε επιλεγμένους φακέλους του η/υ) ή σε hard copies (σε αρχεία) για μελλοντική χρήση.

5.6.5: Τιμολόγηση: Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτή αποστέλλεται στον ενδιαφερόμενο και συνοδεύεται από το αντίστοιχο τιμολόγιο στο οποίο έχει κοστολογηθεί η εργασία.

5.7: Παρασκευή δοκιμίου (Sample Preparation)

Ο αντικειμενικός σκοπός της προετοιμασίας δοκιμίου στον έλεγχο με μικροσκόπιο ατομικής δύναμης είναι η στερέωση του δοκιμίου έτσι ώστε να μην κινείται και να ελέγχεται συνεχώς η θέση του σε σχέση με τον πρόβολο έτσι ώστε τα στοιχεία που προκύπτουν να είναι ακριβή. Γι' αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές προετοιμασίας δοκιμίου.

Ένα σημαντικός παράγοντας είναι η επιλογή κατάλληλου προβόλου. Συχνά στην επιφάνεια των δοκιμίων υπάρχει ένα στρώμα που αποτελείται κυρίως από νερό. Όταν ο πρόβολος εισέλθει σε αυτό το στρώμα, ωθείται προς το δοκίμιο με συνέπεια, σε ορισμένες περιπτώσεις, να παραμορφώνεται η επιφάνεια του δοκιμίου. Μάλιστα όσο εισχωρεί ο πρόβολος στο στρώμα τόσο αυξάνει η ελκτική δύναμη δημιουργώντας ένα φαύλο κύκλο. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται επιλέγοντας ένα πρόβολο με πολύ οξύ tip.

Ένας άλλος τομέας που επηρεάζει την απεικόνιση του μικροσκοπίου ατομικής δύναμης είναι η στατική φόρτιση στην επιφάνεια των δοκιμίων. Η στατική φόρτιση δημιουργεί μια δύναμη που επηρεάζει το cantilever. Κάποιες από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος είναι οι εξής

- Γείωση του δοκιμίου: Το καλώδιο γείωσης στο stub του δοκιμίου υπάρχει για αυτό το λόγο. Αν το δοκίμιο είναι μη-αγώγιμο δημιουργούμε ένα μονοπάτι από την κορυφή ως το stub του δοκιμίου χρησιμοποιώντας μογιά άνθρακα.
- Γείωση του tip: Όταν δουλεύουμε με τη μέθοδο επαφής, η μεταλλική επιφάνεια που συγκρατεί το cantilever είναι γειωμένη. Σε απεικόνιση χωρίς επαφή, ελέγχουμε ότι οι ηλεκτρικές συνδέσεις είναι σωστά τοποθετημένες για τη γείωση του tip.
- Με τη μέθοδο επαφής, ο πρόβλος δεν είναι αγωγός. Αν το πρόβλημα είναι έντονο πρέπει να γίνει επικάλυψη του tip με 50-100Å μετάλλου (παλλάδιο ή χρυσός)
- Απεικόνιση του δοκιμίου σε υγρό
- Σκούπισμα της επιφάνειας του δοκιμίου με νερό χρησιμοποιώντας βαμβάκι. Το νερό θα παρεμποδίσει τη φόρτιση
- Χρήση της μεθόδου χωρίς επαφή

Το μικροσκόπιο ατομικής δύναμης παίρνει εικόνες με τη χρήση ενός προβόλου πολύ κοντά στην επιφάνεια του δοκιμίου και ορίζοντας τις αλλαγές στην τοπογραφία της επιφάνειας και άλλων χαρακτηριστικών. Αυτό προϋποθέτει ότι η επιφάνεια παραμένει συνεχώς σταθερή κατά τη διάρκεια της ανάλυσης. Για παράδειγμα, αν η επιφάνεια δεν είναι καθαρή, τα μικρά κομμάτια ακαθαρσιών προσκολλούνται στο tip αυξάνοντας το μέγεθός του. Αυτά στη συνέχεια μπορεί να αποκολληθούν αφήνοντας ίχνη στην επιφάνεια του δοκιμίου, επηρεάζοντας τελικά την εικόνα της ανάλυσης. Για να μειωθεί η επίδραση των ακαθαρσιών χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Χρήση στρωμάτων αέρα για την απομάκρυνση των ακαθαρσιών
- Σκούπισμα της επιφάνειας του δοκιμίου με οινόπνευμα (απλή επαφή, όχι έντονο τρίψιμο, με χρήση χαρτομάντιλου) ή ακόμα και βύθιση του

δοκιμίου σε οινόπνευμα . **Προσοχή:** Η μέθοδος συνιστάται μόνο για δοκίμια που δεν καταστρέφονται από την επαφή με το οινόπνευμα

- Εφαρμογή επαναλαμβανόμενων ελέγχων σε μεγάλο εύρος, έτσι ώστε οι ακαθαρσίες να παρασυρθούν στη άκρη του πεδίου ελέγχου και έπειτα ανάλυση της επιθυμητή περιοχής. **Προσοχή :** Η μέθοδος αυτή εμπεριέχει το ρίσκο καταστροφής του tip από τους συνεχείς ελέγχους ή της μόλυνσης του από τα υπολείμματα.

Τέλος όταν τελικά είμαστε έτοιμοι για την εξέταση του δοκιμίου, το τοποθετούμε σε ένα σταθερή, χωρίς δονήσεις επιφάνεια και μετά στερεώνουμε το μικροσκόπιο από πάνω του. Αν το δείγμα είναι μικρό, τοποθετείται σε μια επίπεδη επιφάνεια και στερεώνεται με Avery tabs ή ταινία διπλής όψεως. Έπειτα το μικροσκόπιο τοποθετείται πάνω στο δείγμα.

Κεφάλαιο 6: Έλεγχος μικροδομής με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης

6.1: Σκοπός

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης έδωσε λύση στο πρόβλημα της μικρής μεγέθυνσης του οπτικού μικροσκοπίου. Η λειτουργία του στηρίζεται στην αρχή ότι υπό ορισμένες συνθήκες ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια συμπεριφέρονται σαν φως πολύ μικρού κύματος. Η ηλεκτρονιακή δέσμη έχει μήκος κύματος περίπου 100.000 φορές μικρότερο από το μήκος κύματος του ορατού φωτός, Αυτό σημαίνει ότι η ευκρίνεια μπορεί να αυξηθεί σημαντικά ακόμα και για πολύ μεγάλες μεγεθύνσεις. Ένα σύγχρονο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης μπορεί να δώσει μεγεθύνσεις έως 350.000x.

6.2: Πεδίο εφαρμογής

6.2.1: Ως προς τα υλικά

6.2.1.1: Μεταλλικά υλικά

6.2.1.2: Κεραμικά υλικά

6.2.1.3: Ημιαγωγοί

6.2.2: Ως προς το χώρο

6.2.2.1: Βιομηχανία

6.2.2.1.1: Παραγωγική διαδικασία

6.2.2.1.2: Μελέτη αστοχίας υλικού ή μηχαν. εξαρτήματος

6.2.2.1.3: Παραγωγή νέου υλικού

6.2.2.1.4: Πιστοποίηση

6.2.2.1.5: Όταν προβλέπεται από κάποιο πρότυπο

6.2.2.2: Εργαστήρια

6.2.2.2.1: Ποιοτικός έλεγχος

6.2.2.2.2: Πιστοποίηση

6.2.2.3: Πανεπιστήμια

6.2.2.3.1: Ερευνητική διαδικασία

6.2.2.3.2: Εκπαιδευτικοί σκοποί

6.2.2.3.3: Επιστημονική γνωμάτευση

6.3: Σχετικά έγγραφα

6.3.1: Οδηγίες εργασίας

6.3.1.1: Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

6.3.2: Προδιαγραφές

6.3.2.1: ASTM E766 “Practise for calibrating the magnification of a Scanning Electron Microscope”, ASTM International, 1998

6.3.2.2: ASTM E986 “Standard practice for Scanning Electron Microscope beam size characterization”, ASTM International, 2004

6.3.2.3: ISO 9220 “Metallic coating- Measurement of coating thickness- Scanning Electron Microscope method”

6.3.3: Βιβλιογραφία

6.3.3.1: Goodhew, P.J. and Humphreys, F.J., “*Electron Microscopy and Analysis*”, 2nd Edition, Taylor & Francis, 198

6.3.3.2: Williams, D.B. and Carter, C.B., “*Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science*”, Plenum Press 1996

6.3.3.3: Thomas, G. and Goringe, M.J., “*Transmission Electron Microscopy of Materials*”, Wiley- Interscience 1979

6.3.3.4: Goldstein, J.I., *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, Plenum 1981

6.4: Απαιτούμενος εξοπλισμός – Υλικά - Έντυπα

6.4.1: Εξοπλισμός

6.4.1.1: Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

6.4.2: Υλικά

6.4.2.1: Δίσκοι λείανσης/ στίλβωσης

6.4.2.2: Καλούπια εγκιβωτισμού

6.4.2.3: Ογκομετρικές φιάλες

6.4.2.4: Πιπέτες

6.4.2.5: Υδροβολείς

- 6.4.2.6: Εντυπωτής
- 6.4.2.7: Επωξικές ρητίνες
- 6.4.2.8: Βακελίτης (ταμπλέτες, κόκκους)
- 6.4.2.9: Οινόπνευμα
- 6.4.2.10: Αλουμίνα/ Διαμαντόπαστα (Dp Paste M 3mm, Struers)
- 6.4.2.11: Δοχεία προετοιμασίας
- 6.4.2.12: Αναδευτήρες
- 6.4.2.13: Χημικά αντιδραστήρια
- 6.4.2.14: Δίσκοι κοπής (Struers cut off wheels)

6.4.3: Έντυπα

- 6.4.3.1: Οδηγίες εργασίας
- 6.4.3.2: Έντυπα ανάθεσης
- 6.4.3.3: Αποθηκευτικά αρχεία
- 6.4.3.4: Εγχειρίδια
- 6.4.3.5: Προδιαγραφές
- 6.4.3.6: Μέθοδοι δοκιμών
- 6.4.3.7: Κανονισμοί
- 6.4.3.8: Πρότυπα

6.5: Υπευθυνότητες

Ο διευθυντής του εργαστηρίου καθορίζει σε κάθε έργο τους εξουσιοδοτημένους υπαλλήλους για την εκτέλεση της εργασίας.

Ο συντονιστής κάθε έργου είναι υπεύθυνος για την παράδοση του αντικειμένου που θα υποβληθεί σε μελέτη με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, καθώς και για τη συμπλήρωση και παράδοση του «έντυπο ανάθεσης εργασιών» στο διευθυντή του εργαστηρίου. Το έντυπο ανάθεσης πρέπει να αναφέρει τα ακόλουθα:

- a. Ημερομηνία
- b. Πελάτης
- c. Αριθμός έργου
- d. Είδος ελέγχου
- e. Αριθμός δοκιμίου
- f. Αριθμός εισερχόμενων αντικειμένων

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου είναι αρμόδιος να διασφαλίσει ότι καμία έκθεση δεν εκδίδεται χωρίς να φέρει δύο (2) υπογραφές από τους σχετικά εξουσιοδοτημένους.

6.6: Διαδικασία

6.6.1: **Έναρξη:** Συλλογή πληροφοριών για το υπό εξέταση υλικό, τις κατεργασίες που έχει υποστεί, το σκοπό της μελέτης .

6.6.2: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση δοκιμίων:** Συλλογή των δοκιμίων, χρησιμοποίησή τους από το εξειδικευμένο προσωπικό και μεταφορά τους στους προεπιλεγμένους χώρους αποθήκευσης με ταυτόχρονη συμπλήρωση των απαραίτητων, για κάθε βήμα, εγγράφων.

6.6.3: **Διαχείριση-Αρχειοθέτηση φωτογραφιών:** Με τη βοήθεια ψηφιακής κάμερας, ηλεκτρονικού υπολογιστή και του κατάλληλου λογισμικού οι φωτογραφίες των δοκιμίων μετά από επεξεργασία φυλάσσονται είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε επιλεγμένους φακέλους του η/υ) ή σε hard copies (σε αρχεία) για μελλοντική χρήση.

6.6.4: **Καταγραφή αποτελεσμάτων:** Μετά την επεξεργασία των δοκιμίων το επιστημονικό προσωπικό είναι επιφορτισμένο με την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Αυτό γίνεται με μια έκθεση δοκιμών η οποία, εκτός των ερμηνειών, πρέπει να περιλαμβάνει την ημερομηνία και τόπο της μελέτης, τις διαδικασίες και το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και συμπληρωματικά σχόλια, εφόσον απαιτούνται.

6.6.5: **Τιμολόγηση:** Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, αυτή αποστέλλεται στον ενδιαφερόμενο και συνοδεύεται από το αντίστοιχο τιμολόγιο στο οποίο έχει κοστολογηθεί η εργασία.

6.7: Παρασκευή δοκιμίου (Sample Preparation)

Για τη μελέτη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία του δοκιμίου. Μάλιστα σε περίπτωση που το δοκίμιο είναι ανθεκτικό στη χαμηλή πίεση του θαλάμου και στο βομβαρδισμό της δέσμης ηλεκτρονίων του

μικροσκοπίου δεν χρειάζεται καμία προετοιμασία. Παρόλα αυτά, η μικροδομή μπορεί να εμπλουτιστεί σημαντικά με μεθόδους όπως η στίλβωση (SP-04) και η επιλεκτική χημική προσβολή (SP-05) της επιφάνειας. Τα περισσότερα ηλεκτρονικά μικροσκόπια σάρωσης έχουν περιορισμένων διαστάσεων θαλάμους δοκιμίων, οπότε τα δοκίμια πρέπει να έχουν μεγέθη μικρότερα των 20mm σε ύψος, πλάτος και μήκος. Για την κοπή των δοκιμίων ακολουθούμε τη διαδικασία SP-01. Επίσης τα δοκίμια συγκρατούνται με ειδικές διατάξεις για τον προσανατολισμό και τη διαχείρισή τους στο θάλαμο. Αγώγιμα κολλητικά με χαμηλή πίεση ατμών ή μηχανικές συσκευές χρησιμοποιούνται για τον εγκιβωτισμό (SP-02).

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος προετοιμασίας είναι η εναπόθεση ενός λεπτού μεταλλικού στρώματος στην επιφάνεια του δοκιμίου. Η εξάτμιση αερίων χαμηλής πίεσης (vacuum evaporation) και ο βομβαρδισμός ιόντων μετάλλου είναι συνήθεις μέθοδοι εναπόθεσης αυτών των στρωμάτων (Goldstein et al., 1992). Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται ως υλικά επικάλυψης είναι χρυσός, πλατίνα, παλλάδιο, άνθρακας και χαλκός. Το λεπτό μεταλλικό στρώμα παρέχει ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενισχύει το σήμα, σε ορισμένες περιπτώσεις αυξάνει την αντοχή του δοκιμίου και είναι συνήθως αναγκαίο για να επιτευχθεί η μέγιστη ανάλυση του μικροσκοπίου. Το πάχος του στρώματος είναι ιδιαίτερα σημαντικό και πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο για να δημιουργείται το αγώγιμο μονοπάτι, αλλά και αρκετά λεπτό ώστε να μην αποκρύπτονται λεπτομέρειες της μικροδομής (0.5nm- 100nm).

Σε γενικές γραμμές τα δοκίμια πρέπει να έχουν καθαρή επιφάνεια οπότε είναι απαραίτητος ο πολύ προσεχτικός καθαρισμός τους για να απομακρυνθούν διαλύματα που έχουν εισχωρήσει σε πόρους ή ρωγμές και μπορεί να μολύνουν το δοκίμιο.

Κεφάλαιο 7: Συντήρηση εξοπλισμού

Συντήρηση είναι ένα σύνολο ενεργειών που αποβλέπουν στη σωστή λειτουργία ενός οργάνου ή μίας συσκευής. Η συντήρηση περιλαμβάνει είτε προγραμματισμένες ενέργειες που γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα (προληπτική συντήρηση) , είτε ενέργειες αποκατάστασης βλαβών όταν αυτό απαιτείται (διορθωτική συντήρηση). Όλες οι διαδικασίες που αφορούν στη συντήρηση τεκμηριώνονται ώστε να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη η κατάσταση συντήρησης οποιουδήποτε οργάνου ή συσκευής.

Για κάθε όργανο/ συσκευή συντάσσεται μια οδηγία στην οποία περιγράφονται τα σχετικά με τη συντήρηση όπως προκύπτουν από τα εγχειρίδια των κατασκευαστών και την εμπειρία του εργαστηρίου. Κάθε οδηγία συντήρησης συντάσσεται σε τυποποιημένο έγγραφο και περιλαμβάνει γενικά:

1. τα στοιχεία ταυτότητας του οργάνου/ συσκευής
2. τα παρελκόμενά του αν υπάρχουν
3. τη διαδικασία και τη συχνότητα συντήρησης
4. γενικές παρατηρήσεις που αναφέρονται στο συγκεκριμένο όργανο/ συσκευή
5. πιθανές αναφορές σε πρότυπα, οδηγίες του κατασκευαστή

Τέλος για την καταγραφή και παρακολούθηση των εργασιών συντήρησης χρησιμοποιείται το Αρχείο Συντήρησης.

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-001

1:Κοπτικό μηχάνημα Unitom-2

Προτάσεις κατασκευαστή

- 1.1: Ημερήσια βάση
 - 1.1.1: Καθαρισμός του θαλάμου κοπής με χρήση πανιού
 - 1.1.2: Καθαρισμός της μέγγενης
 - 1.1.3: Άδειασμα, καθαρισμός και αναπλήρωση του νερού στη ψυκτική μονάδα επανακυκλοφορίας με ταυτόχρονο έλεγχο της συγκέντρωσης του Struers Additive στο νερό
- 1.2: Εβδομαδιαία βάση
 - 1.2.1: Προσεχτικός καθαρισμός του θαλάμου κοπής
 - 1.2.2: Απομάκρυνση της αντλίας νερού και καθαρισμός του κόσκινου
 - 1.2.3: Λίπανση της μέγγενης
 - 1.2.4: Καθαρισμός και λίπανση της ασφάλειας
- 1.3: Μηνιαία βάση
 - 1.3.1: Τουλάχιστον μία φορά το μήνα αναπλήρωση του νερού στη ψυκτική μονάδα επανακυκλοφορίας
 - 1.3.2: Γενικός έλεγχος του μηχανήματος

Παρατηρήσεις: Κατά τον καθαρισμό αντενδείκνυται η χρήση ακετόνης, αλκοόλης ή άλλων παρόμοιων διαλυμάτων

Σ.Σ.: Λεπτομερής αναφορά στη διαδικασία 1.1.3 γίνεται στο Παράρτημα II

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-002

2: Μικροτόμος Accutom-5

Προτάσεις κατασκευαστή

2.1: Ημερήσια βάση

- 2.1.1: Καθαρισμός του θαλάμου κοπής με πανί
- 2.1.2: Καθαρισμός της μέγγενης
- 2.1.3: Καθαρισμός των φλαντζών
- 2.1.4: Καθαρισμός του διαφανούς καπακιού με πανί
- 2.1.5: Άδειασμα, καθαρισμός και αναπλήρωση του νερού στη ψυκτική μονάδα επανακυκλοφορίας με ταυτόχρονο έλεγχο της συγκέντρωσης του Struers Additive στο νερό

2.2: Εβδομαδιαία βάση

- 2.2.1: Προσεχτικός καθαρισμός της μέγγενης. Καθαρισμός των κινούμενων μερών, των συναρμολογούμενων κομματιών και των βιδών
- 2.2.2: Λίπανση της μέγγενης με λάδι χωρίς οξέα
- 2.2.3: Προσεχτικός καθαρισμός θαλάμου κοπής και του καπακιού με πανί και απομάκρυνση των ακαθαρσιών
- 2.2.4: Προσεχτικός καθαρισμός και αποθήκευση των δίσκων κοπής

Παρατηρήσεις: Κατά τον καθαρισμό αντενδείκνυται η χρήση ακετόνης, αλκοόλης ή άλλων παρόμοιων διαλυμάτων

Σ.Σ.: Λεπτομερής αναφορά στις διαδικασίες 2.1.5 και 2.2.4 γίνεται στο Παράρτημα II

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-003**3: Πρέσα εγκιβωτισμού (Prestopress-3)****Προτάσεις κατασκευαστή**

- 3.1: Τακτικός καθαρισμός των κυλίνδρων και του εμβόλου
- 3.2: Έλεγχος για υπολείμματα βακελίτη από παλιότερες χρήσεις πάνω ή γύρω από το έμβολο , κάτι που μπορεί να προκαλέσει κόλλημα του
- 3.3: Ο καθαρισμός του κυλίνδρου πρέπει να γίνεται με ακετόνη ή αλκοόλη

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-004

4: Μηχανή λείανσης (Struers Knuth-Rotor 3)

Προτάσεις κατασκευαστή

4.1: Ημερήσια βάση

4.1.1: Καθαρισμός όλων των επιφανειών με πανί

4.2.2: Σε περίπτωση χρήσης ρητίνης Acryfix , ο καθαρισμός της είναι απαραίτητος για την αποφυγή αλλοίωσης της επιφάνειας του δίσκου

4.2: Εβδομαδιαία βάση

4.2.1: Αφαίρεση του περιστρεφόμενου δίσκου από τη βάση του και απομάκρυνση των ακαθαρσιών από το δίσκο και το σωλήνα αποχέτευσης

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-005

5:Μηχανή στίλβωσης (Struers Dap-V)

Προτάσεις κατασκευαστή

- 5.1: Σχεδιασμένο χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις για συντήρηση για αρκετά χρόνια
- 5.2: Όλα του ρουλεμάν είναι σφραγισμένα και δεν χρειάζονται λίπανση
- 5.3: Κυρίως καθαρισμός εξωτερικών επιφανειών, της επιφάνειας στίλβωσης και του αποχετευτικού σωλήνα με νερό

Παρατηρήσεις: Κατά τον καθαρισμό αντενδείκνυται η χρήση ξυλίνης και κάθε είδους διαλυμάτων

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-006

6: Μηχανή αυτόματης στίλβωσης (Struers Rotoforce-4, Rotopol-21)

Προτάσεις κατασκευαστή

6.1: Ημερήσια βάση

6.1.1: Καθαρισμός όλων των προσβάσιμων επιφανειών με υγρό πανί

6.2: Εβδομαδιαία βάση

6.2.1: Απομάκρυνση του δίσκου από τη βάση και καθαρισμός ης επιφάνειας και του αποχετευτικού σωλήνα

6.3: Μηνιαία βάση

6.3.1: Σε περίπτωση σύνδεσης ψυκτικής μονάδας επανακυκλοφορίας αναπλήρωση του νερού τουλάχιστον μια φορά το μήνα

Σ.Σ.: Λεπτομερής αναφορά στη διαδικασία 6.3.1 γίνεται στο Παράρτημα II

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-007

7:Οπτικό μικροσκόπιο (Leitz Aristomet)

Προτάσεις κατασκευαστή

- 7.1: Προστασία από σκόνη με την τοποθέτηση του καλύμματος
- 7.2: Καθαρισμός από σκόνη με τη χρήση βούρτσας ή βαμβακερού πανιού σε συνδυασμό με υδρικά διαλύματα
- 7.3: Αποφυγή επαφής των οξέων ή χημικών με τα οπτικά. Σε περίπτωση επαφής πολύ προσεχτικός καθαρισμός
- 7.4: Καθαρισμός λαδιού με βαμβακερό πανί και με αιθυλική αλκοόλη

Παρατηρήσεις: Κατά τον καθαρισμό αντενδείκνυται η χρήση ακετόνης ή νιτρικών διαλυμάτων

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-008

8: Οπτικό μικροσκόπιο (Leica DMLM)

Προτάσεις κατασκευαστή

- 8.1: Προστασία από σκόνη με την τοποθέτηση του καλύμματος
- 8.2: Καθαρισμός από σκόνη με τη χρήση βούρτσας ή βαμβακερού πανιού σε συνδυασμό με υδρικά διαλύματα
- 8.3: Αποφυγή επαφής των οξέων ή χημικών με τα οπτικά. Σε περίπτωση επαφής πολύ προσεχτικός καθαρισμός
- 8.4: Καθαρισμός λαδιού με βαμβακερό πανί και με αιθυλική αλκοόλη

Παρατηρήσεις: Κατά τον καθαρισμό αντενδείκνυται η χρήση ακετόνης ή νιτρικών διαλυμάτων

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-009

9: Μικροσκληρόμετρο (H MV-2000, Shimadzu)

Προτάσεις κατασκευαστή

- 9.1: Αλλαγή λάμπας φωτισμού. Αναμονή 10-20 min μετά το κάψιμο της λάμπας για την αλλαγή της λόγω υψηλής θερμοκρασίας
- 9.2: Ρύθμιση του κεντραρίσματος της λάμπας φωτισμού σε περίπτωση που το πεδίο όρασης είναι σκοτεινό ακόμα και όταν η λάμπα φέγγει έντονα
- 9.3: Αλλαγή του εντυπωτή σε περιπτώσεις ελαττωματικών εντυπώσεων
- 9.4: Ρύθμιση της στήριξης του εντυπωτή σε περιπτώσεις ελαττωματικών εντυπώσεων
- 9.5: Ρύθμιση της κλίσης του εντυπωτή σε περιπτώσεις εικόνας με κλίση. Υπάρχει και η δυνατότητα στρέψης της οπτικής κεφαλής αλλά δυσκολεύει ο έλεγχος του δοκιμίου
- 9.6: Κεντράρισμα της εντύπωσης όταν είναι στα άκρα του πεδίου όρασης
- 9.7: Αλλαγή ή ρύθμιση του αντικειμενικού φακού 50x αν σπάσει ή αν προσβληθεί από διάβρωση λόγω συσσωρευμένων ακαθαρσιών
- 9.8: Αλλαγή ή ρύθμιση του αντικειμενικού φακού 10x και έλεγχος του κεντραρίσματος μετά

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-010

10: Σκληρόμετρο Frank

Προτάσεις κατασκευαστή

- 10.1: Αλλαγή του εντυπωτή σε περιπτώσεις ελαττωματικών εντυπώσεων
- 10.2: Ρύθμιση της στήριξης του εντυπωτή σε περιπτώσεις ελαττωματικών εντυπώσεων
- 10.3: Προσεχτικός καθαρισμός όλων των εξωτερικών επιφανειών
- 10.4: Λίπανση του άξονα περιστροφής της πλάκας στήριξης

Παρούσα κατάσταση

Ημερομηνία τελευταίας συντήρησης:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Επόμενη προγραμματισμένη εργασία συντήρησης

Ημερομηνία:

Είδος εργασίας συντήρησης:

Προσωπικό:

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία έγινε μια προσπάθεια ανάπτυξης εγχειριδίου ποιότητας για το Εργαστήριο Υλικών . Ειδικότερα ,επισημάνθηκε η σημασία της εφαρμογής ενός τέτοιου εγχειριδίου, ως μέρος ενός γενικότερου συστήματος ποιότητας ,σε ένα εργαστήριο το οποίο μπορεί και επιθυμεί να συμμορφώνεται με τα διεθνή πρότυπα (ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000). Η έρευνα μας επικεντρώθηκε σε κάποιες από τις βασικές εργασίες (όπως τον έλεγχο της μικροδομής σε οπτικό μικροσκόπιο ή τη μικροσκληρομέτρηση κ.α.) που διεξάγονται στο Εργαστήριο Υλικών, στην καταγραφή των διαδικασιών που ακολουθούνται και τη δημιουργία του πλαισίου για τη συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα.. Επίσης έγινε μια λεπτομερής σύνταξη οδηγιών εργασίας και συντήρησης για το βασικό εξοπλισμό του εργαστηρίου, όπως άλλωστε ορίζει το σύστημα ποιότητας. Το συμπέρασμα που βγήκε είναι ότι στο Εργαστήριο Υλικών έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα ποιότητας που ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προτύπου. Υπάρχουν βεβαίως και σημεία που δεν ήταν δυνατό να μελετηθούν στα πλαίσια αυτής της εργασίας (παραδείγματος χάριν οι υπερβολαβίες δοκιμών και διακριβώσεων) και αποτελούν αντικείμενα που παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον για μελλοντική έρευνα.

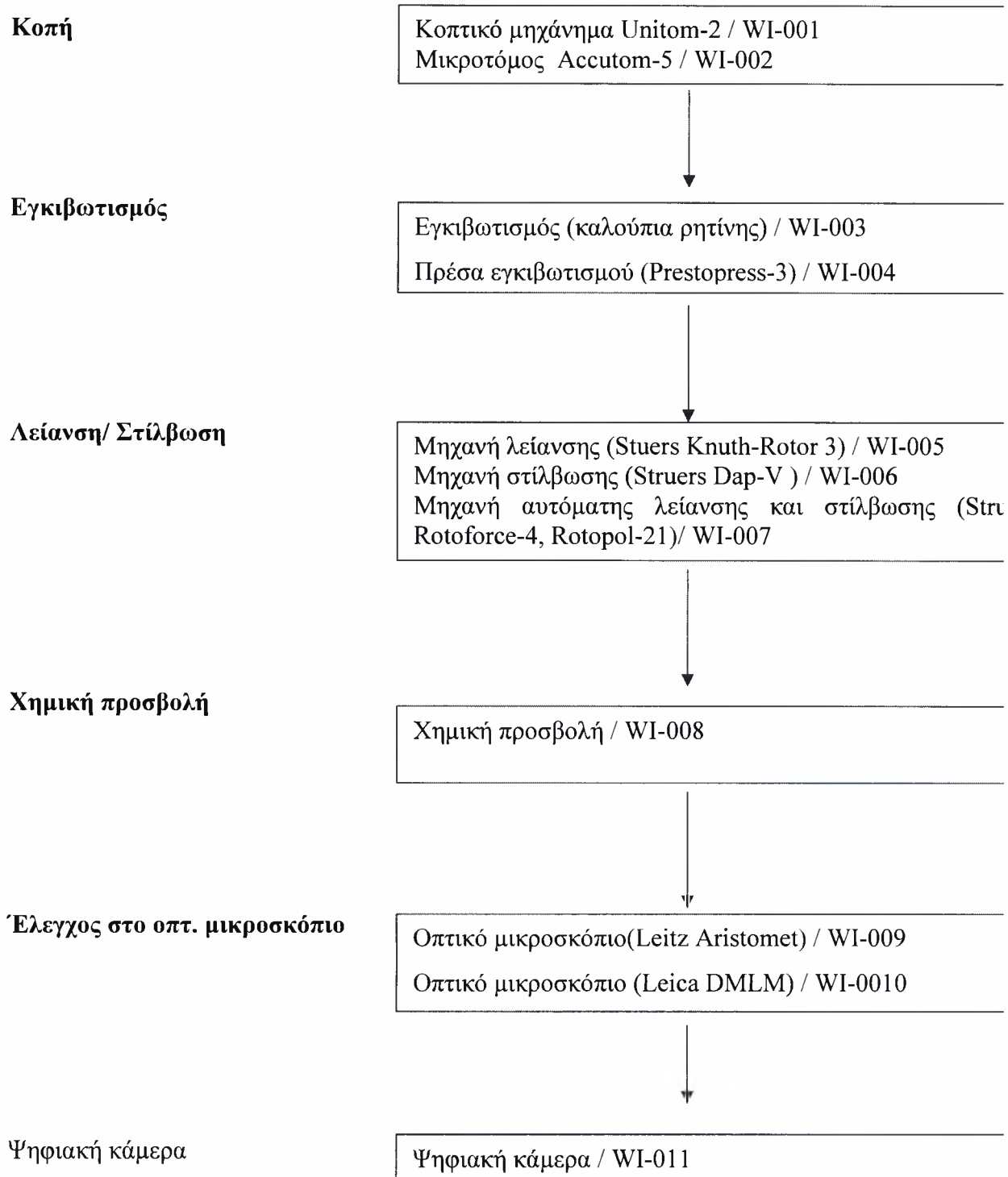
Κεφάλαιο 9: Βιβλιογραφία

- 1) “Metallography, principles and practice”, George F. Vander Voort,
Chapter 2 “Specimen preparation for light microscopy”, p. 60-139
Chapter 4 “Light microscopy”, p. 269-329
- 2) “Metallography and microstructure”, ASM Handbook, Vol. 9,
Chapter 1, p. 21-88
- 3) “Metallography, principles and practice”, George F. Vander Voort,
Chapter 5 “Hardness”, p. 334-405
- 4) “Mechanical testing and evaluation”, ASM Handbook, Vol. 8,
Chapter 1, p. 69-114
- 5) “Hardness testing”, ASM International,
Chapter 1 “Introduction to hardness testing”, p. 1-15
- 6) “Non contact Atomic Force Microscopy”, S. Morita, R. Wiesendanger, E. Meyer,
Springer publications, 2002
Chapter 2 “Principles of NC-AFM”, p. 11-43
Chapter 18 “Analysis of microscopy and spectroscopy experiments”,
p. 349-368
- 7) “*Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science*”, Williams,
D.B. and Carter, C.B., Plenum Press 1996
- 8) «Γενικές απαιτήσεις για την ικανότητα των εργαστηριακών δοκιμών και
διακριβώσεων» ΕΛΟΤ EN ISO/ IEC 17025:2000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

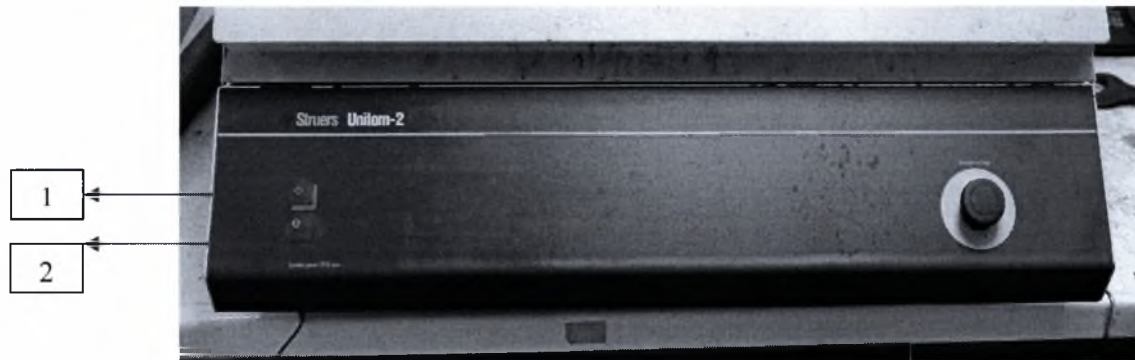
3.1: Οδηγίες Εργασίας (Work Instructions)

Διάγραμμα ροής εργασιών:



ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-001

1:Κοπτικό μηχάνημα Unitom-2

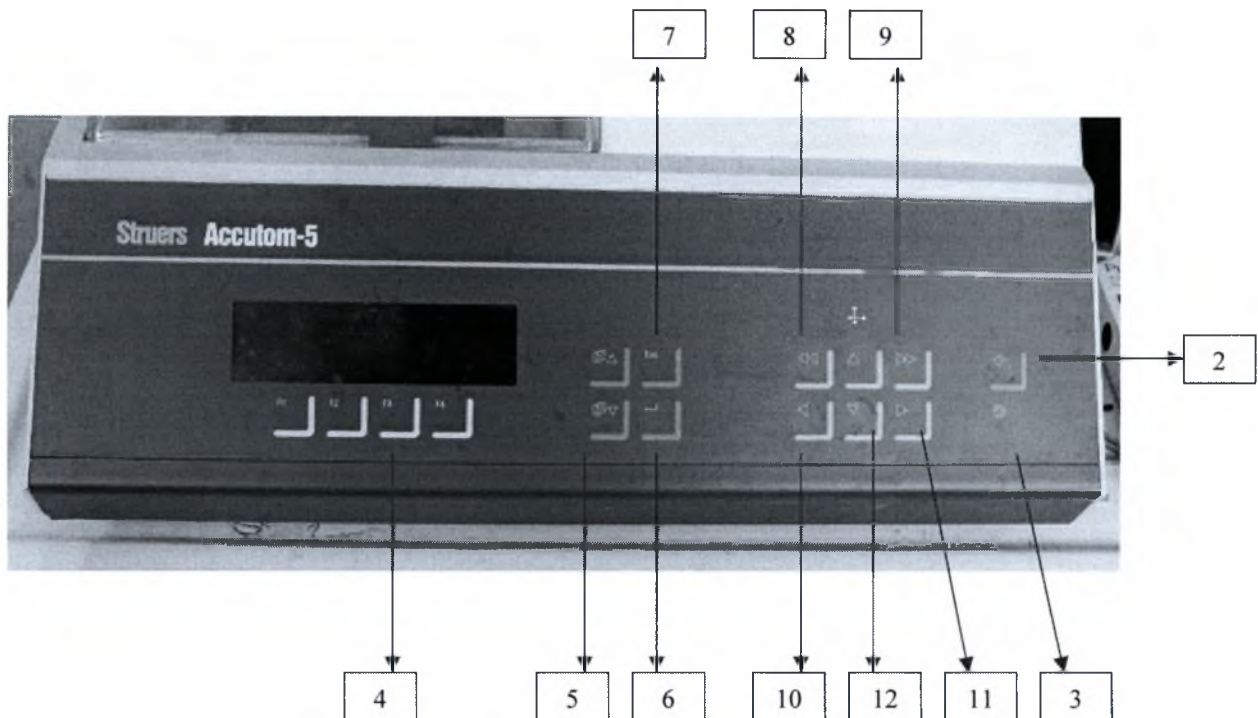


- 1.1: Ανοίγω το διακόπτη του ρεύματος πίσω δεξιά
- 1.2: Ανοίγω το καπάκι
- 1.3: Ελέγχω ότι ο διακόπτης της αντλίας νερού να είναι σε κάθετη θέση
(εντός του εργαλείου, αριστερά από τον τροχό)
- 1.4: Ρυθμίζω τη μέγγενη
- 1.5: Τοποθετώ το δοκίμιο στη μέγγενη και σφίγγω
- 1.6: Κατεβάζω το μοχλό, χωρίς να λειτουργεί ο τροχός, και εξετάζω αν θα κόψει στο επιθυμητό σημείο
- 1.7: Κλείνω το καπάκι
- 1.8: Πατώ το POWER ON (1) (πράσινο)
- 1.9: Κατεβάζω το μοχλό και κόβω
- 1.10: Μόλις τελειώσει η επεξεργασία πατώ το POWER OFF (2) (κόκκινο)
- 1.11: Μόλις ακουστεί ο χαρακτηριστικός ήχος της ασφάλειας μπορώ να ανοίξω το καπάκι
- 1.12: Ξεσφίγγω το δοκίμιο και το βγάζω
- 1.13: Ανοίγω το διακόπτη της αντλίας και καθαρίζω
- 1.14: Κλείνω το διακόπτη της αντλίας και του ρεύματος

Παρατηρήσεις: Οι κατάλληλοι δίσκοι ανάλογα με το υλικό του αντικειμένου αναφέρονται σε πίνακα δεξιά του τροχού

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-002

2: Μικροτόμος Accutom-5



- 2.1: Ανοίγω το καπάκι
- 2.2: Σφίγγω το δοκίμιο στη μέγγενη
- 2.3: Τοποθετώ δίσκο κοπής αν δεν έχει ή αν είναι χαλασμένος
- 2.4: Ανοίγω το διακόπτη που βρίσκεται πίσω αριστερά
- 2.5: Κλείνω το καπάκι
- 2.6: Αφήνω το κοπτικό να ορίσει μόνο του τις συντεταγμένες
- 2.7: Στην οθόνη εμφανίζεται το αρχικό μενού
- 2.8: Επιλέγω με τα βελάκια (5) το “Cutting Methods” και μπαίνω πατώντας (6)
- 2.9: Επιλέγω ένα από τα έτοιμα σερ με τις παραμέτρους που επιθυμώ χρησιμοποιώντας τα βελάκια (5) και πατώντας (6)
- 2.10: Πατάω ένα από τα πλήκτρα διεύθυνσης y (12)
- 2.11: Κινώ το δοκίμιο στη y-διεύθυνση ↑ με τα βελάκια (12) και το τοποθετώ κοντά στον τροχό προσέχοντας να μην τον ακουμπήσει

- Πατάω F1 (4) για να κάνω RESET
- Πατάω (6) και δίνω την απόσταση που θα προχωρήσει η μέγγενη κατά τη γ-διεύθυνση κατά τη διάρκεια της κοπής με τα βελάκια (5)

2.12: Κινώ το δοκίμιο στη x-διεύθυνση ← και το τοποθετώ στη θέση που επιθυμώ ανάλογα με το που θέλω να κόψω με τα βελάκια (8), (9), (10), (11)

- Πατάω F1 (4) για να κάνω RESET

2.13: Πατάω το START(2)

2.14: Όταν προχωρήσει κατά y όσο του ορίσαμε σταματάει. Διαφορετικά πατώ το STOP (3) για να σταματήσει

2.15: Πατάω συνέχεια ESC για να βγω στο αρχικό μενού

2.16: Μόλις ακουστεί ο χαρακτηριστικός ήχος της ασφάλειας μπορώ να ανοίξω το καπάκι

2.17: Απομακρύνω το δοκίμιο από τον τροχό με τα πλήκτρα (8 ως 12)

2.18: Ξεσφίγγω το δοκίμιο

2.19: Κλείνω το καπάκι

2.20: Κλείνω το διακόπτη από πίσω

:

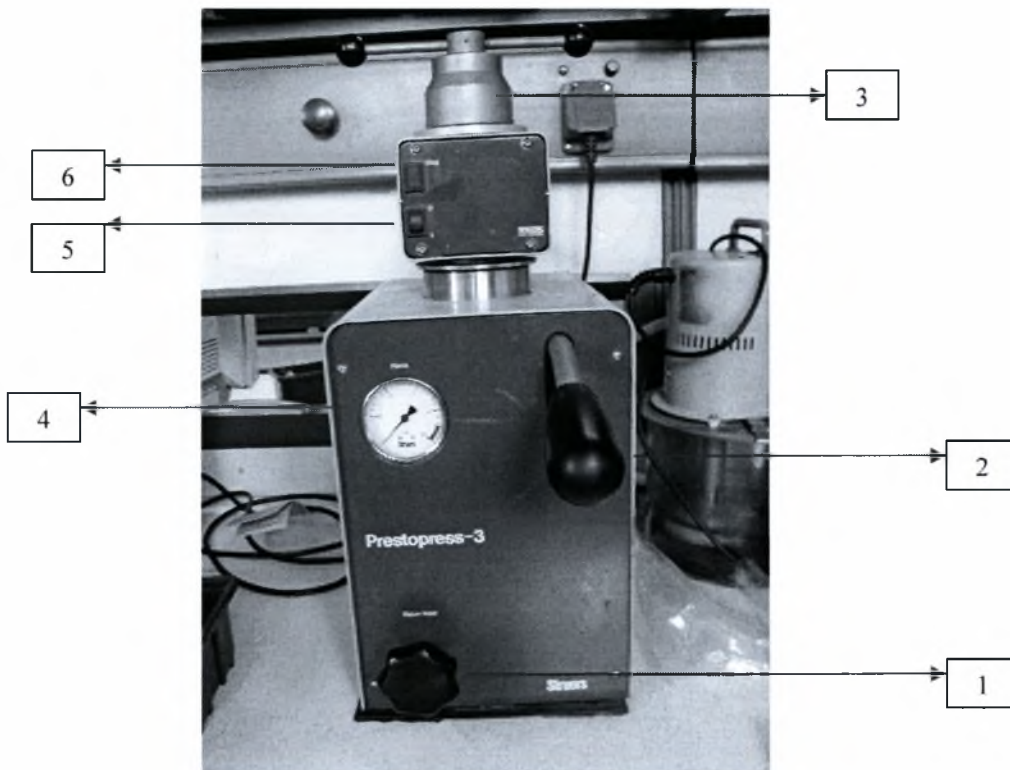
ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-003

3: Εγκιβωτισμός

- 3.1: Παίρνω ένα καλούπι εγκιβωτισμού και τοποθετώ μέσα το δοκίμιο με την επιφάνεια που θέλω να επεξεργαστώ προς τα πάνω
- 3.2: Σε περίπτωση δοκίμιου πολύ μικρού μεγέθους χρησιμοποιώ ειδικό clip για να το στερεώσω μέσα στο καλούπι
- 3.3: Φοράω προστατευτικά γάντια
- 3.4: Ανοίγω τη συσκευή απαγωγής αερίων από το διακόπτη στο δεξί εμπρός μέρος
- 3.5: Ετοιμάζω τη ρητίνη σε δοχείο προετοιμασίας με ανάμιξη Acryfix Powder και Acryfix Liquid σε αναλογία 2/1
- 3.6: Ανακατεύω το μείγμα με αναδευτήρα για 30 sec
- 3.7: Περιχύνω το καλούπι με το μείγμα
- 3.8: Περιμένω να στερεοποιηθεί η ρητίνη
- 3.9: Αφαιρώ το καλούπι
- 3.10: Αφαιρώ τα προστατευτικά γάντια

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-004

4 : Πρέσα εγκιβωτισμού (Prestopress-3)



4.1: Ανοίγω το καπάκι (3)

4.2: Συσφίγω τη στρόφιγγα της πίεσης (1)

4.3: Πρεσάρω με το μοχλό (2) (πάνω-κάτω) για να ανέβει το έμβολο

4.4: Τοποθετώ το δοκίμιο επάνω στο έμβολο

4.5: Ξεσφίγω τη στρόφιγγα της πίεσης (1) για να πέσει λίγο το έμβολο και
συσφίγω ξανά

4.6: Τοποθετώ το βακελίτη (σε σκόνη ή ταμπλέτα) επάνω στο δοκίμιο

4.7: Κλείνω το καπάκι (3)

4.8: Πρεσάρω με το μοχλό (2) μέχρι ο δείκτης (4) να σταθεροποιηθεί στα 20-
25kN

4.9: Βάζω το καλώδιο του ρεύματος στην πρίζα

4.10: Ανοίγω το διακόπτη του κλιβάνου (5) στην ένδειξη I

4.11: Ελέγχω αν έχει ανάψει η λυχνία (6) άρα ο κλιβανος λειτουργεί

- 4.12: Πρεσάρω με το μοχλό (2) και διατηρώ την πίεση στα 20-25kN
- 4.13: Περιμένω να ετοιμαστεί το δοκίμιο για 10-12 min
- 4.14: Ανοίγω την παροχή νερού όπισθεν της πρέσας για να ψυχθεί ο κλιβανός
- 4.15: Κλείνω το διακόπτη του κλιβάνου (5) στην ένδειξη 0
- 4.16: Κλείνω την παροχή νερού όπισθεν της πρέσας
- 4.17: Ανοίγω το καπάκι (3)
- 4.18: Πρεσάρω με το μοχλό (2) για να ανέβει το έμβολο
- 4.19: Παραλαμβάνω το δοκίμιο
- 4.20: Κλείνω το καπάκι (3)
- 4.21: Βγάζω το διακόπτη του ρεύματος από την πρίζα

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-005

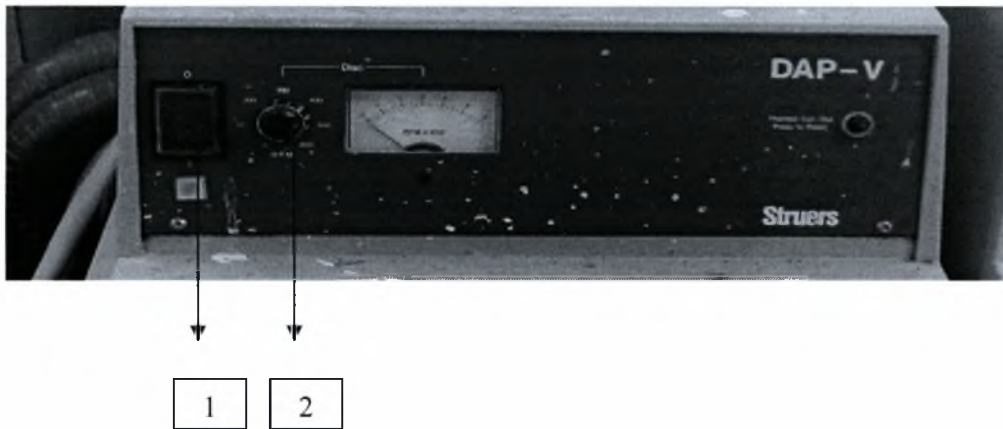
5: Μηχανή λείανσης (Stuers Knuth-Rotor 3)



- 5.1: Απομακρύνω τους δύο προστατευτικούς δακτυλίους που χρησιμεύουν στη συγκράτηση των δίσκων λείανσης
- 5.2: Επιλέγω τον κατάλληλο δίσκο λείανσης
- 5.3: Τοποθετώ το δίσκο λείανσης και τους δακτυλίους
- 5.4: Φοράω προστατευτικά γάντια
- 5.5: Πατώ το POWER ON (πράσινο κουμπί με σήμα το ρόμβο) (1) στο εμπρός και δεξιά μέρος
- 5.6: Ανοίγω την παροχή νερού (3) πάνω από το δίσκο γυρίζοντας τη βαλβίδα της αντλίας
- 5.7: Τοποθετώ το δοκίμιο στο δίσκο και αρχίζω την επεξεργασία του
- 5.8: Απομακρύνω το δοκίμιο
- 5.9: Κλείνω την παροχή νερού
- 5.10: Πατώ το POWER OFF (κόκκινο κουμπί) (2) στο εμπρός και δεξιά μέρος
- 5.11: Επιστροφή στο πρώτο βήμα (5.1) και επανάληψη της διαδικασίας μέχρι το τέλος της εργασίας
- 5.12: Μετά το οριστικό τέλος της εργασίας αφαιρώ τα προστατευτικά γάντια

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-006

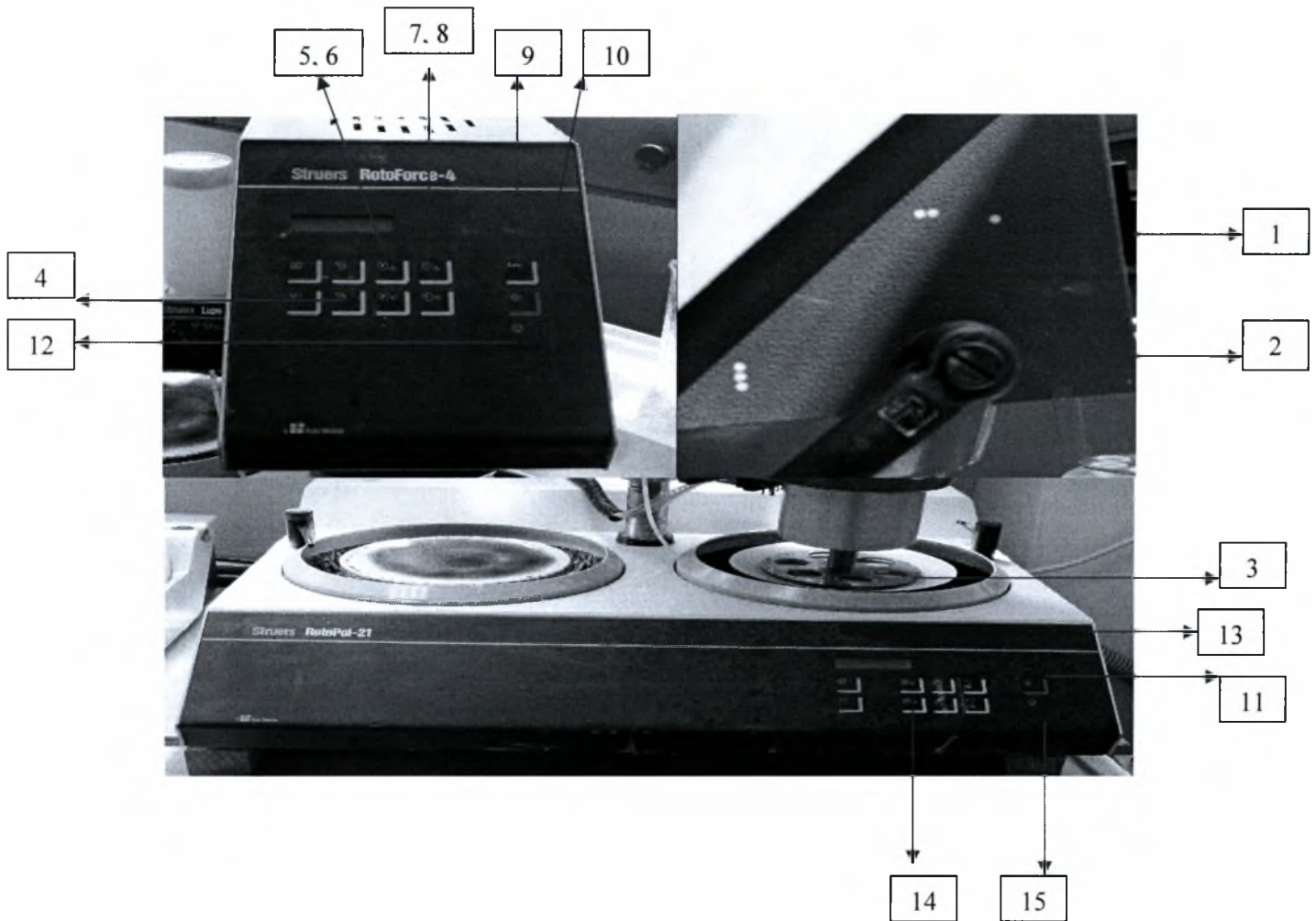
6: Μηχανή στίλβωσης (Struers Dap-V)



- 6.1: Αφαιρώ το προστατευτικό καπάκι
- 6.2: Ελέγχω αν ο διακόπτης του ρεύματος (1) , στο επάνω αριστερό μέρος, είναι ανοιχτός
- 6.3: Αν ο διακόπτης είναι κλειστός τον ανοίγω
- 6.4: Ρυθμίζω την ταχύτητα του δίσκου στίλβωσης (0-600 RPM) από το διακόπτη στο επάνω αριστερό μέρος (2)
- 6.5: Φοράω προστατευτικά γάντια
- 6.6: Προσθέτω διαμαντόπαστα (Dp Paste M 3mm, Struers) στην επιφάνεια του δίσκου
- 6.7: Τοποθετώ το δοκίμιο στο δίσκο και αρχίζω την επεξεργασία του
- 6.8: Απομακρύνω το δοκίμιο
- 6.9: Κλείνω το διακόπτη της ταχύτητας του δίσκου (2) (0 RPM)
- 6.10: Κλείνω το διακόπτη του ρεύματος (1)
- 6.11: Τοποθετώ το προστατευτικό καπάκι
- 6.12: Αφαιρώ τα προστατευτικά γάντια

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-007

7: Μηχανή αυτόματης λείανσης και στίλβωσης (Struers RotoForce-4, RotoPol-21)



- 7.1: Γυρίζω το διακόπτη στο πίσω μέρος της κεφαλής (1) στην ένδειξη I
 7.2: Γυρίζω το διακόπτη στο πλαϊνό μέρος της κεφαλής (2) στη θέση 1 για να μπορώ να μετακινήσω την κεφαλή κατά τον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα
 7.3: Μόλις επιλέξω την κατάλληλη θέση γυρίζω το διακόπτη (2) στη θέση 2 για να κατεβάσω την κεφαλή
 7.4: Γυρίζω το διακόπτη (2) στη θέση 3 για να ασφαλίσω την κεφαλή
 7.5: Τοποθετώ τα δοκίμια στην κεφαλή (3)
 7.6: Επιλέγω αντίρροπη κίνηση της κεφαλής ως προς την επιφάνεια λείανσης/ στίλβωσης από το πλήκτρο (4)
 7.7: Επιλέγω το μέγεθος της δύναμης από τα πλήκτρα (5), (6)
 7.8: Επιλέγω το χρόνο κατεργασίας από τα πλήκτρα (7), (8)
 7.9: Ελέγχω αν το πλήκτρο AUTO (9) είναι ενεργοποιημένο
- Αν δεν είναι ενεργοποιημένο πατώ το πλήκτρο POWER ON (10) και αρχίζει η κίνηση της κεφαλής

- Πατώ το πλήκτρο POWER ON της βάσης (11) και αρχίζει η κίνηση της επιφάνειας λείανσης/ στίλβωσης
- Μόλις τελειώσει η κατεργασία πατώ το πλήκτρο POWER OFF (12)
- **Αν είναι ενεργοποιημένο** χειρίζομαι τη μηχανή από τη βάση
 - Γυρίζω το διακόπτη στο πλαϊνό μέρος της βάσης (13) στην ένδειξη I.
 - Επιλέγω την ένδειξη “Grinding”/ “Polishing” από το πλήκτρο (14)
 - Πατώ το πλήκτρο POWER ON (11) στη βάση της μηχανής και αρχίζει ταυτόχρονα η κίνηση κεφαλής και επιφάνειας λείανσης/ στίλβωσης
 - Μόλις τελειώσει η κατεργασία πατώ το πλήκτρο POWER OFF (15)

7.10: Γυρίζω το διακόπτη (2) στη θέση 2 και παραλαμβάνω τα δοκίμια

7.11: Γυρίζω το διακόπτη (2) στη θέση 3

Παρατηρήσεις: Κατά τη διάρκεια της κατεργασίας προσθέτω λιπαντικό στην επιφάνεια στίλβωσης

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-008

8: Χημική προσβολή

8.1: Επιλέγω το κατάλληλο αντιδραστήριο

8.2: Φοράω προστατευτικά γάντια

8.3: Προετοιμάζω το αντιδραστήριο σε ογκομετρική φιάλη

7.3.1.1.4: Χρησιμοποιώ λαβίδα για να συγκρατήσω το δοκίμιο

7.3.1.1.5: Τοποθετώ το δοκίμιο στο διάλυμα για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα

7.3.1.1.6: Απομακρύνω το δοκίμιο από το διάλυμα

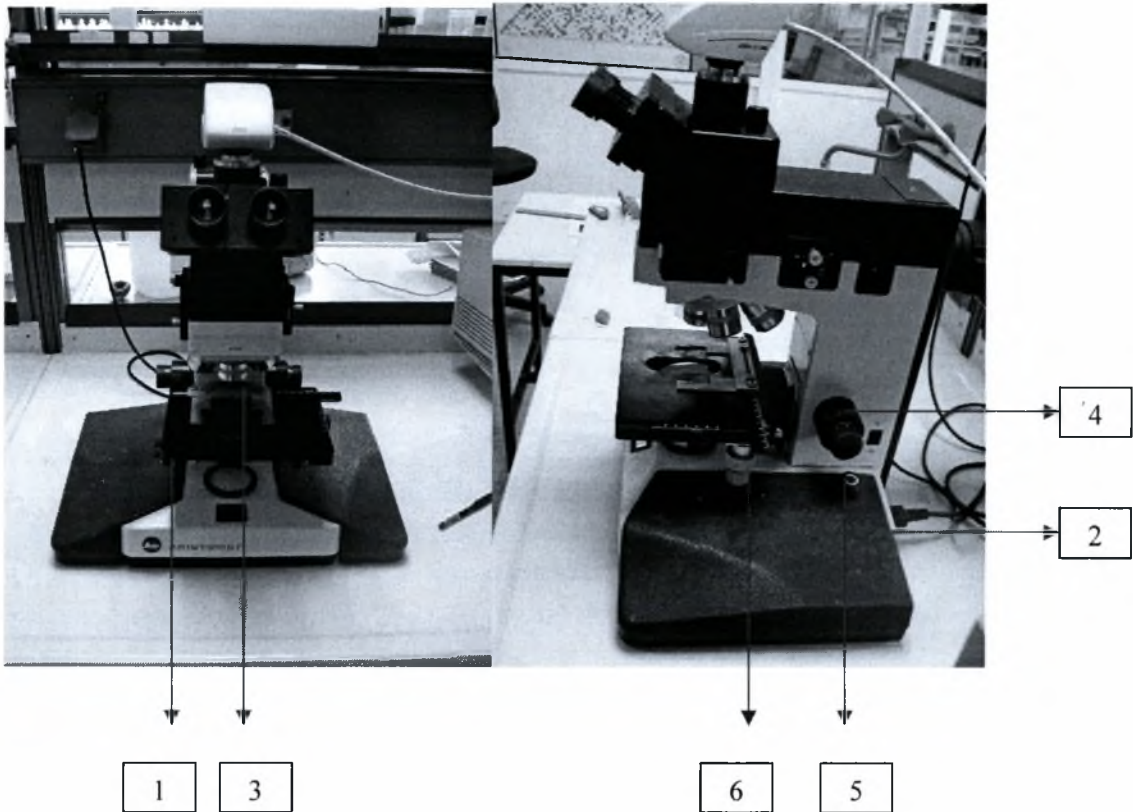
7.8: Ξεπλένω το δοκίμιο με οινόπνευμα

8.9: Στεγνώνω το δοκίμιο με ρεύμα θερμού αέρα

8.10: Αφαιρώ τα προστατευτικά γάντια

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-009

9: Οπτικό μικροσκόπιο (Leitz Aristomet)

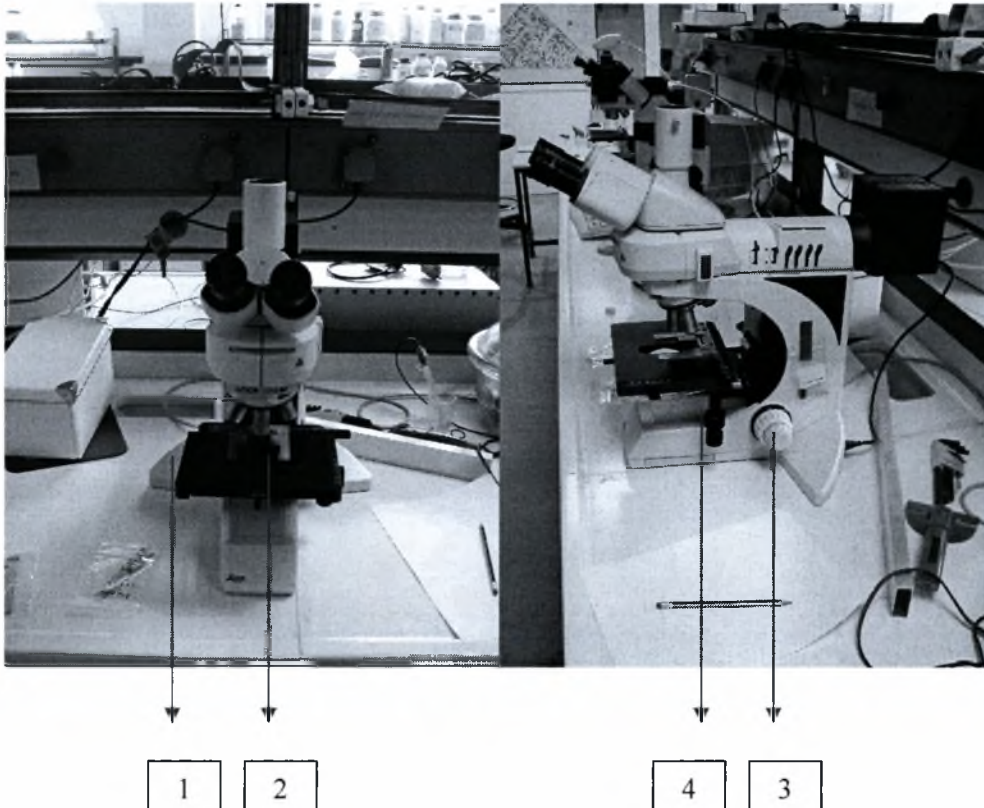


- 9.1: Τοποθετώ το δοκίμιο σε αντικειμενοφόρο πλάκα και το στερεώνω με τη χρήση πλαστελίνης
- 9.2: Τοποθετώ την αντικειμενοφόρο πλάκα στην πρέσα δοκιμών
- 9.3: Τοποθετώ ένα φύλλο χαρτιού μεταξύ της επιφάνειας της πρέσας και του δοκιμίου για να μη τραυματίσω την επιφάνεια του
- 9.4: Πιέζω το μοχλό της πρέσας προς τα κάτω έως ότου να επιτευχθεί επιπεδοποίηση
- 9.5: Απομακρύνω το δοκίμιο από την πρέσα
- 9.6: Τοποθετώ το δοκίμιο στην πλάκα στήριξης (1) στο οπτικό μικροσκόπιο
- 9.7: Αφαιρώ τα καπάκια των φακών του μικροσκοπίου

- 9.8: Ανοίγω το διακόπτη του ρεύματος στο πίσω δεξιά μέρος (2)
- 9.9: Επιλέγω φακό μεγέθυνσης(3)
- 9.10: Ρυθμίζω τη θέση της πλάκας στήριξης (στον κατακόρυφο άξονα) από το διακόπτη στο βραχίονα του μικροσκοπίου (4)
- 9.11: Ρυθμίζω τη φωτεινότητα από το διακόπτη στο δεξί μέρος του μικροσκοπίου (5)
- 9.12: Ρυθμίζω τη θέση του δοκίμιου κάτω από το φακό από τους διακόπτες στο κάτω μέρος της πλάκας στήριξης (6)
- 9.13: Εξετάζω το δοκίμιο εφαρμόζοντας, αν είναι απαραίτητο, εκ νέου τα βήματα 9.10,9.11, 9.12
- 9.14: Αφαιρώ το δοκίμιο από την πλάκα στήριξης
- 9.15: Γυρίζω το διακόπτη της φωτεινότητας στο 0 (δεξί μέρος του μικροσκοπίου) (5)
- 9.16: Κλείνω το διακόπτη του ρεύματος στο πίσω δεξιά μέρος (2)
- 9.17: Τοποθετώ τα καπάκια στους φακούς του μικροσκοπίου

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-0010

10: Οπτικό μικροσκόπιο (Leica DMLM)

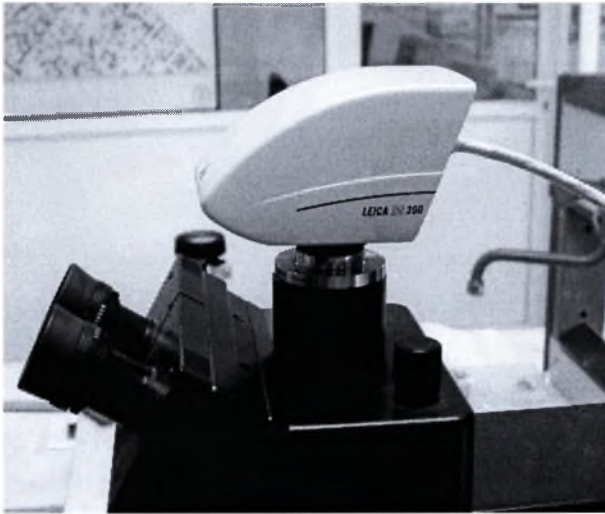


- 10.1: Τοποθετώ το δοκίμιο σε αντικειμενοφόρο πλάκα και το στερεώνω με τη χρήση πλαστελίνης
- 10.2: Τοποθετώ την αντικειμενοφόρο πλάκα στην πρέσα δοκιμίων
- 10.3: Τοποθετώ ένα φύλλο χαρτιού μεταξύ της επιφάνειας της πρέσας και του δοκίμιου για να μη τραυματίσω την επιφάνεια του
- 10.4: Πιέζω το μοχλό της πρέσας προς τα κάτω έως ότου να επιτευχθεί επιπεδοποίηση
- 10.5: Απομακρύνω το δοκίμιο από την πρέσα
- 10.6: Τοποθετώ το δοκίμιο στην πλάκα στήριξης στο οπτικό μικροσκόπιο
- 10.7: Αφαιρώ τα καπάκια των φακών του μικροσκοπίου
- 10.8: Ανοίγω το διακόπτη του ρεύματος στο αριστερό μέρος (1)

- 10.9: Επιλέγω φακό μεγέθυνσης (2)
- 10.10: Ρυθμίζω τη θέση της πλάκας στήριξης (στον κατακόρυφο άξονα) από το διακόπτη στο βραχίονα του μικροσκοπίου (3)
- 10.11: Ρυθμίζω τη φωτεινότητα από το διακόπτη στο δεξί μέρος του μικροσκοπίου
- 10.12: Ρυθμίζω τη θέση του δοκιμίου κάτω από το φακό από τους διακόπτες στο κάτω μέρος της πλάκας στήριξης (4)
- 10.13: Εξετάζω το δοκίμιο εφαρμόζοντας, αν είναι απαραίτητο, εκ νέου τα βήματα 10.10,10.12, 10.12
- 10.14: Αφαιρώ το δοκίμιο από την πλάκα στήριξης
- 10.15: Γυρίζω το διακόπτη της φωτεινότητας στο 0 (δεξί μέρος του μικροσκοπίου)
- 10.16: Κλείνω το διακόπτη του ρεύματος στο πίσω δεξιά μέρος
- 10.17: Τοποθετώ τα καπάκια στους φακούς του μικροσκοπίου

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-0011

11: Ψηφιακή κάμερα



- 11.1: Τοποθετώ την κάμερα στην υποδοχή στο επάνω μέρος του οπτικού μικροσκοπίου
- 11.2: Ανοίγω τον ηλεκτρονικό υπολογιστή
- 11.3: Ανοίγω το πρόγραμμα IM50
- 11.4: Επιλέγω το εικονίδιο Adjust
- 11.5: Ελέγχω αν η φωτογραφία είναι αποδεκτή
- 11.6: Επιλέγω το εικονίδιο Acquire
- 11.7: Επιλέγω προορισμό για την αποθήκευση της φωτογραφίας
- 11.8: Κλείνω το πρόγραμμα IM50
- 11.9: Κλείνω τον ηλεκτρονικό υπολογιστή
- 11.10: Απομακρύνω την κάμερα από το οπτικό μικροσκόπιο

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-0012

12: Μικροσκληρόμετρο (HMV-2000, Shimadzu)

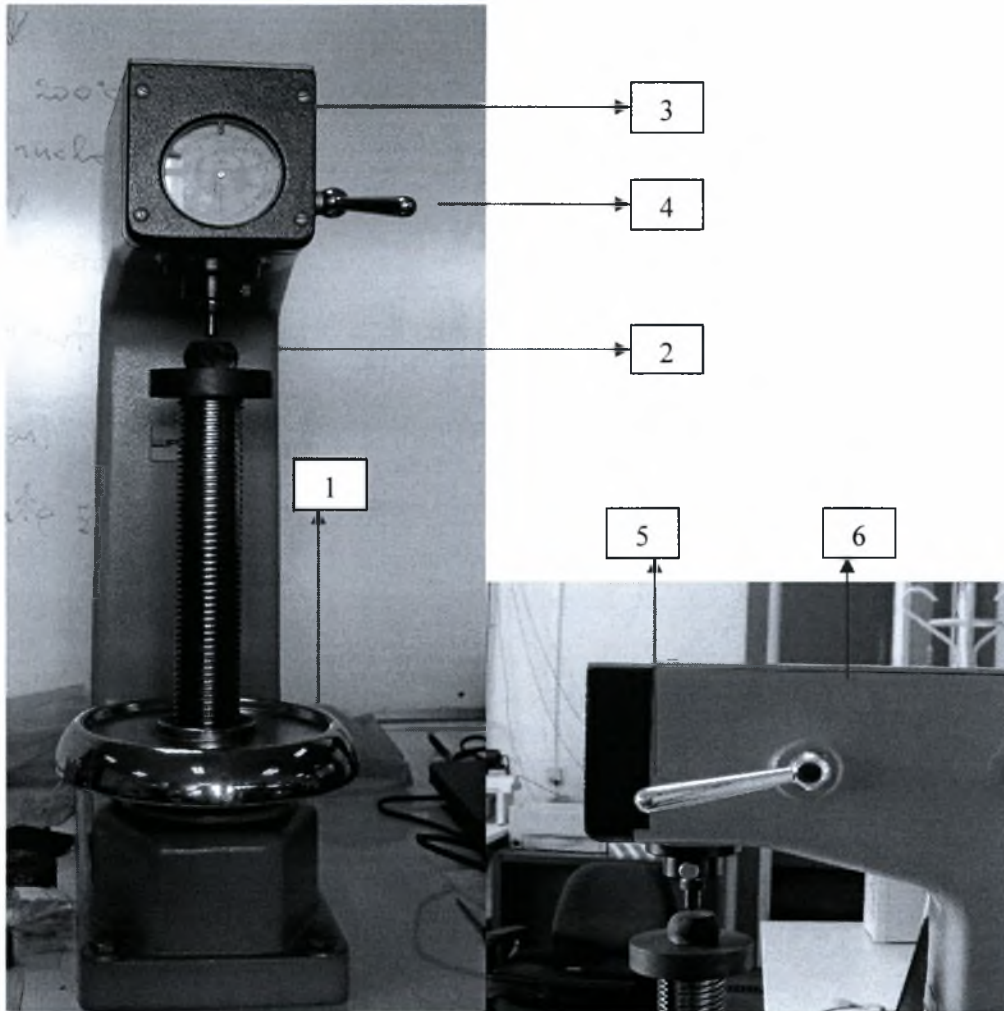


- 12.1: Ανοίγω το διακόπτη του ρεύματος στο πίσω δεξιά μέρος της συσκευής
- 12.2: Κοιτώ στο eyepiece και στρέφω τους άξονες ώστε ο δείκτης να βρεθεί ανάμεσα στις δύο παράλληλες γραμμές, ορίζοντας έτσι το σημείο 0
- 12.3: Πατώ το πλήκτρο CLEAR
- 12.4: Πατώ το πλήκτρο SET
- 12.5: Πατώ το πλήκτρο LOAD
- 12.6: Επιλέγω το μέγεθος του φορτίου (5-2000gf) από τα πλήκτρα με τις ενδείξεις 0-9
- 12.7: Πατώ το πλήκτρο ENTER
- 12.8: Επιλέγω τη χρονική διάρκεια της μέτρησης (5-60sec)
- 12.9: Πατώ το πλήκτρο ENTER
- 12.10: Επιλέγω φακό μεγέθυνσης (10x, 50x)
- 12.11: Τοποθετώ το δοκίμιο στην πλάκα στήριξης

- 12.12: Ρυθμίζω το ύψος της πλάκας στήριξης από το μοχλό στο πλάι της συσκευής
- 12.13: Κεντράρω το δοκίμιο κάτω από το φακό με τη βοήθεια των μοχλών στη πλάκα στήριξης
- 12.14: Τοποθετώ τον εντυπωτή πάνω από το δοκίμιο
- 12.15: Πατώ το πλήκτρο START
- 12.16: Περιμένω μέχρι να ολοκληρωθεί η μέτρηση
- 12.17: Επιλέγω το φακό 50x
- 12.18: Κοιτώ στο eyepiece και στρέφω τους άξονες ώστε οι γραμμές του δείκτη να εφάπτονται στα άκρα της εντύπωσης
- 12.19: Πατώ το READ για να για να υπολογιστεί η d1
- 12.20: Πατώ το READ για να για να υπολογιστεί η d2
- 12.21: Βλέπω τα αποτελέσματα στην οθόνη
- 12.22: Απομακρύνω το δοκίμιο από την πλάκα στήριξης
- 12.23: Κλείνω το διακόπτη του ρεύματος

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-0013

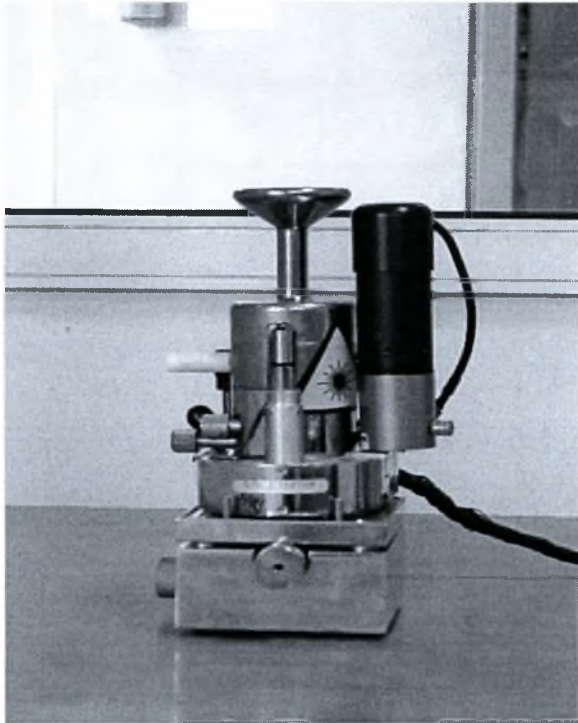
13: Σκληρόμετρο Frank



- 13.1: Τοποθετώ το δοκίμιο στην πλάκα στήριξης (1)
- 13.2: Περιστρέφω τη βαλβίδα (2) για να ανεβάσω το δοκίμιο σε θέση κάτω από τον εντυπωτή έως ο δείκτης στην οθόνη (3) φτάσει σε κατακόρυφη θέση
- 13.3: Ανεβάζω σιγά σιγά το μοχλό μέχρι να φτάσει στην τελική του θέση (6)
- 13.4: Δίνω μια μικρή ώθηση στο μοχλό (3) και τον αφήνω να πέσει στην αρχική του θέση (5)
- 13.5: Η θέση του δείκτη δίνει το αποτέλεσμα της σκληρότητας
- 13.6: Περιστρέφω τη βαλβίδα (1) αριστερόστροφα ώστε να κατέβει το δοκίμιο
- 13.7: Απομακρύνω το δοκίμιο από την πλάκα στήριξης (2)

ΟΔΗΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ WI-0014

14: Μικροσκόπιο Ατομικής Δύναμης (AFM)



- 14.1: Τοποθετώ το δοκίμιο στο table (στα μαγνητάκια).
- 14.2: Βάζω το tip (χρησιμοποιώντας το ειδικό τσιμπιδάκι) στο scanner.
- 14.3: Ανοίγω τον υπολογιστή και επιλέγω το λογισμικό.
- 14.4: Επιλέγω το τελευταίο εικονίδιο στα δεξιά.
- 14.5: Επιλέγω το ανάλογο scanner (2 μm ή 130 μm).
- **Προσοχή:** το κόκκινο συρματάκι συνδέεται με το αντίστοιχο κόκκινο και το πορτοκαλί με το αντίστοιχο πορτοκαλί, στην περίπτωση που θέλουμε να αλλάξουμε scanner.
- 14.6: Βάζω τις δύο πίσω βίδες της κεφαλής στις αντίστοιχες θέσεις του table. Οι δύο βίδες πρέπει να στερεωθούν καλά.
- 14.7: Κατεβάζω το head πολύ προσεχτικά, μέχρι να δούμε τη σκιά του προβόλου κοντά στο δοκίμιο.
- **Προσοχή:** Η σκιά του προβόλου δεν πρέπει να ακουμπήσει το δοκίμιο.
- 14.8: Ελέγχω ότι η κλίση που έχει η κεφαλή από αριστερά προς τα δεξιά (καθορίζεται από τις βίδες στο πίσω μέρος της κεφαλής) δεν είναι πολύ μεγάλη.

- 14.9: Ελέγχω ότι η κεφαλή έχει μια μικρή κλίση από τα μπροστά προς τα πίσω (καθορίζεται από τις δύο βίδες στο πίσω μέρος της κεφαλής).
- 14.10: Ρυθμίζω με ακρίβεια τη θέση της κεφαλής με τις δύο βίδες (με τη μαύρη κεφαλή) μέχρι η σκιά να απέχει (στην οθόνη) από το δοκίμιο μόνο μερικά mm.
- 14.11: Ελέγχω ότι η επιφάνεια του δοκιμίου έχει καθαριστεί πολύ καλά.
- 14.12: Ανάβω το laser μαρκάροντας την ένδειξη sum-high.
- 14.13: Στο sum-signal προσπαθώ να κεντράρω τη δέσμη του laser πάνω στο άκρο του προβόλου. Το κεντράρισμα γίνεται με τις δύο βίδες που είναι οριζόντια και διαγώνιες στο πίσω μέρος της κεφαλής. Ο έλεγχος της διαδικασίας αρχικά γίνεται στο μόνιτορ.
- 14.14: Ελέγχω στον ταλαντωτή ότι το signal είναι μέγιστο (τιμές πάνω από 15nA και όσο το δυνατόν κοντύτερα στα 30nA).
- 14.15: Ελέγχω ότι ο καθρέπτης είναι πάντα στη σωστή θέση ώστε το sum-signal να μεγιστοποιείται.
- 14.16: Μαρκάρω το detector signal L-R, το οποίο πρέπει να είναι μηδέν. Για να ξέρω ότι είναι πραγματικά κεντραρισμένο πρέπει να παίρνει και θετικές και αρνητικές τιμές. Η ρύθμιση γίνεται με την οριζόντια βίδα που βρίσκεται πάνω και στα αριστερά της κεφαλής (φωτοδίοδος).
- 14.17: Μαρκάρω το detector signal T-B, που πρέπει να είναι και αυτό μηδέν. Η ρύθμιση γίνεται με τη μετακίνηση του καθρέπτη (βίδα οριζόντια και κάτω αριστερά).
- 14.18: Ξαναεμφανίζω την ένδειξη sum και ελέγχω αν είναι μέγιστο.
- 14.19: Πηγαίνω στην ένδειξη detector signal T-B.
- 14.20: Με τη χρήση του λογισμικού πλησιάζω την ακίδα όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιφάνεια του δοκιμίου (προσοχή να μην ακουμπήσει στην επιφάνεια του δοκιμίου).
- 14.21: Με την κάτω οριζόντια βίδα στα αριστερά της κεφαλής, ελαχιστοποιώ το T-B signal.
- 14.22: Ενδεικτικές τιμές: Set point: 0,00nA
Scan range: 50μm
Scan rate: 159μm/s
Resolution: 300

- 14.23: Κάνω tip approach. Σε περίπτωση που η ακίδα δεν μπορεί να προσεγγίσει την επιφάνεια, πηγαίνουμε στο commands-XYZ και ανεβάζουμε την τάση από 0.8V που είναι η προεπιλεγμένη έως και 2V.
- 14.24: Πάω στο Force calibration και παρατηρώ το deflection του cantilever. Οι τιμές πρέπει να είναι πολύ κοντά στη γραμμή, για να είναι καλό το σήμα άρα και το αποτέλεσμα. Δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να έχουμε αρνητικές τιμές ή πολύ μεγάλη διασπορά τιμών. Σε περίπτωση που η κλίση της γραμμής δεν είναι ικανοποιητική, αλλάζουμε το set point από 0,00nA ως και 10,00 nA.
- 14.25: Δοκιμάζω τιμές για το proportional και το integral έτσι ώστε να μειωθούν τα peaks στην πάνω οθόνη και να μειωθεί ο θόρυβος στην κάτω.
- 14.26: Το derivative μένει πάντα μηδέν και δεν το αλλάζω ποτέ
- 14.27: Επιλέγω το line scan από το οποίο μπορώ να ελέγχω όποια γραμμή θέλω. Το line scan μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε το feedback. Οι τρεις γραμμές (μπλε, κόκκινη, πράσινη) που δίνει πρέπει να συμπίπτουν. Σε περίπτωση που αυτό δε συμβαίνει, παρότι έχουμε πολύ καλό σήμα, πρέπει να δοκιμάσουμε τιμές για το proportional, αλλά με πολύ μικρές αποκλίσεις από την αρχική.
- 14.28: Αλλάζω οθόνη, Πατώ το εικονίδιο begin scanning (4^ο από δεξιά).
- 14.29: Επιλέγω το Setup.
- 14.30: Επιλέγω το Acquire.
- 14.31: Μαρκάρω τα εικονίδια Topography sensor forward, reverse και Integral sensor forward και reverse και αρχίζει το scanning.
- 14.32: Σταματώ το scan για να τερματιστεί η διαδικασία.
- 14.33: Ανεβάζω αρκετά την ακίδα χρησιμοποιώντας το εικονίδιο που έχει την ακίδα με το βέλος προς τα πάνω.
- 14.34: Βγάζω την κεφαλή.
- 14.35: Σβήνω το laser.
- 14.36: Απομακρύνω το δοκίμιο από το laser.
- 14.37: Αποθηκεύω τα αρχεία σε κατάλληλους φακέλους αποθήκευσης στον υπολογιστή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

• ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-001

1: Κοπτικό μηχάνημα Unitom-2

- 1.1.3: Άδειασμα, καθαρισμός και αναπλήρωση του νερού στη ψυκτική μονάδα επανακυκλοφορίας με ταυτόχρονο έλεγχο της συγκέντρωσης του Struers Additive στο νερό
 - 1.1.3.1: Τοποθετώ ένα πλαστικό μιας χρήσης (EXOSP) στη δεξαμενή και το διπλώνω πάνω από την άκρη
 - 1.1.3.2: Γεμίζω τη δεξαμενή με 65 λίτρα (lt) νερό και προσέχω το επίπεδο του να είναι 8-10 cm χαμηλότερα από το επάνω όριο της δεξαμενής
 - 1.1.3.3: Προσθέτω Struers Additive. Η κατάλληλη συγκέντρωση αναγράφεται στη συσκευασία του Additive Αν το pH του Additive πέσει κάτω από 8 χρειάζεται αναπλήρωση (κανονική τιμή pH=9)
 - 1.1.3.4: Βάζω το καπάκι με το κόσκινο επάνω στη δεξαμενή
 - 1.1.3.5: Τοποθετώ την αντλία μέσα στο καπάκι
 - 1.1.3.6: Τοποθετώ τη μάνικα στο κόσκινο

• ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-002

2: Μικροτόμος Accutom-5

- 2.1.5: Άδειασμα, καθαρισμός και αναπλήρωση του νερού στη ψυκτική μονάδα επανακυκλοφορίας με ταυτόχρονο έλεγχο της συγκέντρωσης του Struers Additive στο νερό
 - 2.1.5.1: Τραβώ το συρτάρι και χαμηλώνω την πλάκα
 - 2.1.5.2: Προσεχτικά τραβώ τη δεξαμενή
 - 2.1.5.3: Αφαιρώ το προστατευτικό καπάκι και αδειάζω τη δεξαμενή σε αγωγό εγκεκριμένο για χημικά απόβλητα
 - 2.1.5.4: Καθαρισμός της δεξαμενής και του καπακιού
 - 2.1.5.5: Επανατοποθετώ το προστατευτικό καπάκι στη δεξαμενή
 - 2.1.5.6: Βάζω 4 λίτρα (lt) και προσέχω το επίπεδο του να είναι 5mm χαμηλότερα από την άκρη της εμπρός τρύπας στο καπάκι
 - 2.1.5.7: Προσθέτω Struers Additive. Για κάθε 33 μέρη νερού αντιστοιχεί 1 μέρος Additive (συγκέντρωση 2.7-3.3%)
 - 2.1.5.8: Βάζω το συρτάρι με τη δεξαμενή στη θέση τους
- 2.2.4: Προσεχτικός καθαρισμός και αποθήκευση των δίσκων κοπής
 - 2.2.4.1: Αποφυγή έκθεσης του δίσκου σε μεγάλα φορτία, όπως βαρύ μηχανικό φορτίο
 - 2.2.4.2: Αποθήκευση του δίσκου σε ξηρό μέρος, σε οριζόντια θέση, υπό ελαφρά πίεση

- 2.2.4.3: Προσεχτικός καθαρισμός και στέγνωμα του δίσκου για αποφυγή διάβρωσης (χρήση συνηθισμένων καθαριστικών)
- 2.2.4.4: Αποφυγή ανάμειξης καινούριων, ξηρών δίσκων με χρησιμοποιημένους, υγρούς δίσκους
- 2.2.4.5: Τακτικό βούρτσισμα των δίσκων

- **ΟΔΗΓΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ MI-006**

6: Μηχανή αυτόματης στίλβωσης (Struers Rotoforce-4, Rotopol-21)

- 6.3.1: Σε περίπτωση σύνδεσης ψυκτικής μονάδας επανακυκλοφορίας αναπλήρωση του νερού τουλάχιστον μια φορά το μήνα
 - 6.3.1.1: Τοποθετώ ένα πλαστικό δοχείο μιας χρήσης στη δεξαμενή πάνω από το άκρο της
 - 6.3.2.2: Γεμίζω τη δεξαμενή με 30 λίτρα (lt) νερό. Προσοχή διότι η υπερβολική ποσότητα νερού μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην αντλία
 - 6.3.2.3: Προσθέτω Struers Additive. Η κατάλληλη συγκέντρωση αναγράφεται στη συσκευασία του Additive Αν το pH του Additive πέσει κάτω από 8 χρειάζεται αναπλήρωση (κανονική τιμή pH=9)
 - 6.3.2.4: Βάζω την αντλία στο καπάκι

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074782

